

Aus der Arbeitsgruppe Arbeits- und Umweltepidemiologie & Net Teaching
Leitung: Prof. Dr. rer. biol. hum. K. Radon
des Instituts und der Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. D. Nowak

Kurzzeiteffekt einer physiotherapeutischen Intervention auf die Neuromotorik von Grundschulern einer sozial benachteiligten Gemeinde im ländlichen Chile

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorgelegt von

Sarah Bauer, geb. Wannenwetsch

aus Nürnberg

2017

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. rer. biol. hum. Katja Radon

Mitberichterstatter: PD Dr. Dieter Kutz

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 09.11.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	9
1.1	Entwicklung und Bedeutung der Neuromotorik im Kindesalter.....	9
1.2	Beurteilung der neuromotorischen Entwicklung bei Kindern	9
1.3	Einfluss äußerer Umstände auf die neuromotorische Entwicklung von Kindern	11
1.3.1	Der Einfluss von Quecksilber auf die neuromotorische Entwicklung	12
1.4	Therapieansätze zur Förderung der kindlichen Neuromotorik.....	12
1.5	Umweltsituation in Andacollo, Chile.....	13
1.6	Das Projekt „ Caracolito“ 2008-2011	15
2	Zielsetzung	17
3	Material und Methoden.....	18
3.1	Studienpopulation	18
3.2	Untersuchungsmethoden.....	18
3.2.1	Züricher Neuromotorik (ZNM)	18
3.2.2	Fragebogen.....	20
3.2.3	BMI.....	21
3.3	Intervention	21
3.4	Datenschutz und Dateneingabe	23
3.5	Statistische Analyse.....	23
4	Ergebnisse	26
4.1	Deskriptive Daten	26
4.1.1	Studienpopulation	26
4.2	Ergebnisse der Züricher Neuromotorik.....	30
4.2.1	Vergleich Kontroll- und Interventionskollektiv	30
4.2.2	Änderung der ZNM-Befunde durch die Intervention	32
5	Diskussion	36
5.1	Diskussion der Methoden und des Studiendesigns.....	36
5.1.1	Studienkollektiv: Rekrutierung und Repräsentativität.....	36
5.1.2	Fragebogen.....	37
5.1.3	Durchführung der Züricher Neuromotorik	38
5.1.4	Intervention	39
5.2	Diskussion der Studienpopulation	41
5.3	Diskussion des Einflusses der Intervention	44
5.3.1	ZNM-Ergebnisse	44
5.3.2	Einfluss der potentiellen Störgrößen auf den Effekt der Intervention.....	46
6	Ausblick	48

7	Zusammenfassung	49
8	Literaturverzeichnis	50
9	Anhang	57
9.1	Informations- und Teilnahmebögen, spanisch	57
9.2	Fragebogen	63
9.2.1	Fragebogen mit Anschreiben, spanisch	63
9.2.2	Fragebogen, deutsch	67
9.3	Züricher Neuromotorik	68
9.3.1	Durchführung	68
9.3.2	Validierung der ZNM Ergebnisse	70
9.4	Intervention	72
9.4.1	Protokoll der einzelnen Sportstunden	72
9.4.2	Anwesenheitsverteilung	84
9.5	Vergleich der Kontroll- und Interventionskollektive	85
9.5.1	Vergleich von Kontroll- und Gesamt-Interventionskollektiv	85
9.5.2	Vergleich von Kontroll- und Interventionskollektiv mit Anwesenheit bei >50 % der Interventionsstunden	87
9.6	Informe: Ergebnismitteilung und Informationen zur Weiterführung der physiotherapeutischen Intervention durch Lehrer für die teilnehmenden Schulen	88
10	Danksagung	90
11	Lebenslauf.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Andacollo, IV. Region, Chile (Quelle: Autorin)	13
Abbildung 1-2 Industrielle Kupfermine, Andacollo (Quelle: Autorin)	14
Abbildung 1-3 Kleinwirtschaftliche Goldminen, Andacollo (Quelle: Autorin)	14
Abbildung 1-4 Verwendung des Quecksilbers bei traditioneller Goldgewinnung (Quelle: Autorin).....	15
Abbildung 1-5 Schulen in Andacollo, links Nuestra Señora del Rosario Schule; rechts Luis Cruz Martinez Schule (Quelle: Autorin).....	15
Abbildung 3-1 Zeitlicher Ablauf der Studie „Caracolito II“ (September – Dezember 2010)....	18
Abbildung 3-2 Erhebung des BMI (Quelle: Autorin)	21
Abbildung 3-3 Durchführung der Intervention (Quelle: Autorin)	23
Abbildung 5-1 Streunender Hund während der Intervention (Quelle: Autorin).....	41
Abbildung 5-2 Verteilung Normal-/Unter-, Über- und großes Übergewicht bei chilenischen Jungen und Mädchen der 8. Klasse (Quelle: (98))	47
Abbildung 9-1 Korrelation der ZNM-Ergebnisse 2009 und 2010 für Komponente 1 = Gesamtmotorik	70
Abbildung 9-2 Korrelation der ZNM-Ergebnisse 2009 und 2010 für Komponente 2 = Feinmotorik.....	71
Abbildung 9-3 Korrelation der ZNM-Ergebnisse 2009 und 2010 für Komponente 3 = Grobmotorik.....	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 Abkürzungs- und Fremdwörterverzeichnis.....	8
Tabelle 1-1 Vergleich von pathologischen ZNM-Ergebnissen für „Caracolino I“ und Normkollektiv (60)	16
Tabelle 3-1 Ablauf der ZNM	19
Tabelle 4-1 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich demographischer Daten, Wohndauer in Andacollo, Dauer der Quecksilberverbrennung, Händigkeit, Fischkonsum und Passivrauchexposition im häuslichen Umfeld	27
Tabelle 4-2 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich der Berufe der Eltern und der häuslichen Quecksilberbelastung	28
Tabelle 4-3 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich des präferierten Spielorts der Kinder	29
Tabelle 4-4 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe bzgl. des Body-Mass-Index (* Einteilung nach (68))	29
Tabelle 4-5 Vergleich von Prävalenz pathologischer Ergebnisse bei der ZNM-Ausgangsuntersuchung für Kontroll-, Interventions-, und Interventionsgruppe A>50%.....	31
Tabelle 4-6 Vergleich von Prävalenz Pathologischer Ergebnisse bei der ZNM-Abschlussuntersuchung für Kontroll-, Interventions-, und Interventionsgruppe A>50%	31
Tabelle 4-7 Vergleich der Differenzquotienten zwischen den ZNM-Ergebnissen der Ausgangs- und der Abschlussuntersuchung für Kontroll-, Interventions-, und Interventionsgruppe A>50%	32
Tabelle 4-8 Roher und Confounder adjustierter Vergleich der Verbesserung in der Gesamtmotorik (Komponente 1) für die Interventions- und Interventionsgruppe A>50% im Vergleich zur Kontrollgruppe	33
Tabelle 4-9 Roher und Confounder adjustierter Vergleich der Verbesserung in der Feinmotorik (Komponente 2) für die Interventions- und Interventionsgruppe A>50% im Vergleich zur Kontrollgruppe	33
Tabelle 4-10 Roher und Confounder adjustierter Vergleich der Verbesserung in der Grobmotorik (Komponente 3) für Interventions-, und Interventionsgruppe A>50% im Vergleich zur Kontrollgruppe	34
Tabelle 4-11 Vergleich des Einflusses verschiedener Variablen auf die Verbesserung der ZNM-Ergebnisse in der Grobmotorik (Komponente 3) in nicht adjustiertem und Confounder adjustiertem Modell: gesamte Interventionsgruppe	35
Tabelle 4-12 Vergleich des Einflusses verschiedener Variablen auf die Verbesserung der ZNM-Ergebnisse in der Grobmotorik (Komponente 3) in nicht adjustiertem und Confounder adjustiertem Modell: Interventionsgruppe A>50%.....	35
Tabelle 5-1 Unterschiede innerhalb der Studienkollektive und mögliche Gründe.....	43

Tabelle 9-9-1 Fragebogen: deutsche Übersetzung	67
Tabelle 9-9-2 Verteilung der Anwesenheitstage	84
Tabelle 9-9-3 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich demographischer Daten, Händigkeit, Fischkonsum und Passivrauchexposition im häuslichen Umfeld	85
Tabelle 9-9-4 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich der Berufe der Eltern und der häuslichen Quecksilberbelastung	86
Tabelle 9-9-5 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe bzgl. des Body-Mass-Index.	87
Tabelle 9-6 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe A >50% für BMI, Alter, gelebte Jahre in Andacollo, Jahre von Hg im Haushalt	87

Abkürzungs- und Fremdwörterverzeichnis

Abkürzungen, Fremdwörter	Bedeutung
BMI	Body Mass Index
CDC	Child Development Center
Hg	Quecksilber
IND	Instituto Nacional de Deporte (Nationales Institut für Sport in Chile)
INTA	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (Chilenisches Institut für Ernährung & Lebensmitteltechnologie)
KI	Konfidenzintervall
LCM	Luis Cruz Martinez Schule
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
Minen: Dayton und Carmen	Industrielle Groß-Minen in Andacollo
MW; diff MW	Mittelwert; Differenz der Mittelwerte
N; n	Fallzahl; Teilmenge
NSR	Nuestra Señora del Rosario Schule
p_{Chi^2}	p-Wert des Chi^2 -Tests
Pirquinero	freiberuflicher Goldschürfer
Plaza	Platz (z.B. Spielplatz)
beta	Regressions-Koeffizient
SD	Standard Deviation (Standardabweichung)
Sig.	Signifikanz
SPSS®	Statistical package for the social sciences IBM SPSS Statistics
UCN	Universidad Católica del Norte
ZNM	Zürcher Neuromotorik nach Largo

Tabelle 1-1 Abkürzungs- und Fremdwörterverzeichnis

1 Einleitung

1.1 Entwicklung und Bedeutung der Neuromotorik im Kindesalter

Die Geschicklichkeit eines Kindes lässt sich durch Beobachtung der Bewegungsqualität sowie der Bewegungsgeschwindigkeit beurteilen. Sie ist altersabhängig und zeigt eine hohe interindividuelle Variabilität (1). Die schnellste Entwicklung der Kinder findet im Säuglingsalter statt, hier messen Kliniker die motorische Reaktion der Kinder auf äußere Reize und orientieren sich an altersentsprechenden Entwicklungsstadien. Zum Beispiel sollten Kleinkinder mit 9 Monaten Sitzen und mit 18 Monaten Laufen können. In vielen Ländern wird zudem vor Eintritt in Kindergarten und Schule ebenfalls die Reife eines Kindes beurteilt, um mögliche Entwicklungsstörungen zu entdecken. In diesem Alter wird auf Fein- und Grobmotorik beider Körperhälften und das Gleichgewicht geachtet (2).

Die häufigsten Entwicklungsstörungen betreffen die Grobmotorik. Die Prävalenz einer eingeschränkten Geschicklichkeit (Dyspraxia; developmental coordination disorder) bei Schulkindern liegt bei 6 bis 10% (3). Auch Zusammenhänge zwischen Hyperaktivitätssyndromen und eingeschränkter motorischer Leistung eines Kindes konnten gezeigt werden (4, 5). Eine weitere wichtige, aber sehr viel seltenere neuromotorische Erkrankung ist die infantile Zerebralparese mit einer Prävalenz von 2-3 pro 1000 Geburten in Europa (6). Die infantile Zerebralparese ist meist Folge einer perinatalen Minderversorgung des Gehirns und hat damit sehr unterschiedliche Ausprägungen. Zu Beurteilung der spastischen Lähmung, Athetose und Ataxie der infantilen Zerebralparese werden spezifische Tests eingesetzt (7-9). Bei Schädigung des Kleinhirns ist neben einer Ataxie oft auch eine Störung der Feinmotorik zu sehen (8).

Eine besondere Förderung und Integration der langfristigen motorischen Störungen im Kindesalter ist besonders wichtig, da gezeigt werden konnte, dass sich eine im Vergleich mit Gleichaltrigen geringere motorische Leistung oft negativ auf das soziale Leben der Kinder auswirkt (10, 11).

1.2 Beurteilung der neuromotorischen Entwicklung bei Kindern

Entwickelte Testmethoden wie der Züricher Neuromotorik-Test (1), Testung nach Touwen (12), Movement Assessment Battery for Children (13) und der Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (14) dienen nicht nur der Diagnostik von entwicklungsneurologischen Erkrankungen, sondern auch der Beurteilung der motorischen Reife eines Kindes.

Die erst genannte Testbatterie wurde von Herrn Professor Largo und Mitarbeitern aus Zürich 2001 entwickelt, um die motorischen Fähigkeiten von Kindern unter Berücksichtigung ihres Alters zu bewerten. Im Test werden motorische Leistung pro Zeiteinheit sowie die Bewegungsqualität anhand von möglichst übungs- und erfahrungsunabhängigen Aufgaben gemessen. Der Test verläuft standardisiert über einen Zeitraum von 20-30 Minuten und verfügt über eine hohe Reliabilität und Validität. Neben der Geschwindigkeit der auszuführenden Bewegung werden auch die Mitbewegungen (unwillkürliche Bewegungen, die parallel zur auszuführenden Handlung gemacht werden) beachtet, die ein Indiz für die Qualität der Bewegungen sind. Der Test beinhaltet grob- und feinmotorische sowie dynamische Aufgaben (1). Vor der Entwicklung dieses Tests standen keine standardisierten Instrumente zur Verfügung die eine ähnlich gute Inter- und Intra-Rater Reliabilität aufwiesen (1, 15-19). Die für den Test entwickelten Normwerte basieren auf den Testergebnissen von insgesamt 662 zwischen 5 und 18 Jahre alten Kindern aus der Züricher Mittelschicht (1). Da sich die Neuromotorik als geschlechtsabhängig erwies, wurden für Jungen und Mädchen getrennte Perzentilenkurven erstellt (1, 16).

Der Test „Movement Assessment Battery for Children“, der für Kinder zwischen 3 und 16 Jahren zugelassen ist, dauert mit 20-40 Minuten pro Kind länger als der Züricher Neuromotorik Test. Ein 2010 publizierter Review gab Hinweise darauf, dass die Datenlage hinsichtlich Validität und Reliabilität der „Movement Assessment Battery for Children“ nicht ausreichend ist, um als Goldstandard für die Diagnostik von Dyspraxie Anwendung zu finden (13). Für die neuere Version “Movement Assessment Battery for Children (MABC)-2” wurde 2013 die Validität in Brasilien mit hoher Inter- und Intra-Rater Reliabilität gezeigt (20). Eine holländische Studie zeigte auf, dass interkulturelle Validität (hier zwischen britischer Normierung und holländischen Testergebnissen) nicht gegeben ist (21).

Die für Schulkinder modifizierte Touwen Untersuchung wird seit 1979 bei Kindern mit geringfügigen neurologischen Auffälligkeiten („minor neurological dysfunction“) eingesetzt. Aktuell gibt es wenig Daten zu Reliabilität und Validität (12).

Der “Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency” wird oft in Ergo-und Physiotherapiepraxen eingesetzt und zeigt bei Kindern mit geistiger Behinderung gute Reliabilität (22). Gemessen wird Feinmotorische Steuerung, Hand- und Körperkoordination sowie Kraft und Agilität in 53 Aufgaben (23).

1.3 Einfluss äußerer Umstände auf die neuromotorische Entwicklung von Kindern

Abgesehen von den in Auszügen oben genannten Erkrankungen, die die neuromotorische Entwicklung von Kindern in verschiedenem Maße verzögern oder stagnieren lassen, gibt es eine Vielzahl von Einflussfaktoren, von denen einige für die vorgestellte Studie von besonderer Bedeutung sind:

Besonders Geschicklichkeit und Balance sind übungsabhängig (24). Somit stellt sich die Frage, wie weit schulischer Sportunterricht und extra-curriculare sportliche Aktivitäten das Ergebnis einer Neuromotorik-Testung beeinflussen. Einen gewissen Einfluss hat auch die variierende Tagesform der Kinder in den Bereichen Fitness und Motivation. Die Re-Test Reliabilität der ZNM ist niedriger als die sehr gute Intra- und Interrater-Reliabilität, dies ist bei statischer Balance und repetitiven Finger- und Fußbewegungen besonders ausgeprägt (16). Regelmäßige Teilnahme an physischen Übungen erhöht die Fitness und die Geschicklichkeit (25).

Der Body-Mass-Index (BMI) stellt ebenfalls eine wichtige Einflussgröße dar. Ein für Größe und Alter zu hohes Körpergewicht kann sich besonders bei den Sprung- und Balanceübungen nachteilig auswirken. Eine in der Schweiz durchgeführte Studie zeigte bei jüngeren Kindern jedoch keine signifikant schlechteren Leistungen in der ZNM bei Übergewicht (26). Adipositas als negativ fungierende Variable, besonders bei dynamischen Übungen und Balancierübungen, nimmt allerdings mit zunehmendem Alter der Kinder zu (27).

Kinder aus Familien mit niedrigerem Sozialstatus sind in ihrer motorischen Entwicklung besonders benachteiligt und sollten deshalb verstärkt gefördert werden (28-31). Mögliche Ursache hierfür ist ein erhöhtes Adipositasrisiko bei Kindern mit niedrigem Sozialstatus vor allem in Ländern mit mittlerem oder hohem Einkommen (32-34). Interventionsprogramme zum Schutz vor kindlicher Adipositas waren bei jüngeren Müttern mit niedrigerem sozioökonomischen Status weniger effektiv (35). Zudem ist ein niedriger sozioökonomischer Status oft auch mit einer Passivrauchexposition vergesellschaftet (36). Eine amerikanische Studie konnte für Grundschulkinder mit im Blut nachgewiesener Passivrauchexposition für alle Neuromotorikbereiche eine statistisch signifikante Einschränkung zeigen (37).

1.3.1 Der Einfluss von Quecksilber auf die neuromotorische Entwicklung

Quecksilber ist neuro-, nephro- und immunotoxisch (38). Kinder mit prä-oder perinataler Exposition sind besonders gefährdet, neurologische oder nephrologische sowie immunotoxische Schäden zu erleiden (39, 40).

Quecksilber kann in anorganischer Form und in methylierter Form aufgenommen werden. Fischkonsum ist die wichtigste Form der Aufnahme des Methylquecksilbers (41-43). Pathologisch hohe Werte wurden zum Beispiel bei Populationen bestimmter Inselstaaten gemessen (44, 45). Bei Kindern der Inuit konnte kürzlich ein Zusammenhang eines hohen Methylquecksilberwertes mit einer verminderten Feinmotorikleistung gezeigt werden (46).

Eine hohe anorganische Quecksilberbelastung kommt am häufigsten bei Minenarbeitern vor, die entweder Quecksilber abbauen, oder den Rohstoff bei der Gewinnung von Gold verwenden (47, 48). Die Folgen langjähriger Quecksilberbelastung sind bei Erwachsenen gut untersucht. Ataxie, Tremor, Erschöpfung und eine reduzierte Gedächtnisleistung sind nur einige Symptome (38, 47, 48). Auch bei Kindern die in der Goldproduktion arbeiten, wurden Hinweise auf Quecksilberintoxikationen gefunden (49). Das globale Wachsen dieser Industrie mit zunehmenden Umwelt- und Gesundheits-Schäden zeigte 2014 ein Review von Gibb et al. durch ausgewählte Studien aus 19 Ländern auf (50). Aus Artikeln von 1990 bis 2012 wurde herausgearbeitet, dass 15 Millionen Menschen, darunter 3 Millionen Kinder und Frauen weltweit in Goldshops arbeiten. In zahlreichen Studien wurden auch bei Kindern erhöhte Quecksilberwerte im Urin gemessen.

1.4 Therapieansätze zur Förderung der kindlichen Neuromotorik

Da besonders die grobmotorische Geschicklichkeit übungsabhängig ist, gibt es zahlreiche Fördermöglichkeiten für Kinder verschiedener Altersstufen. Interventionsstudien zeigen, dass die größte Verbesserung im Grundschulalter zu erzielen ist (29). Das gilt besonders für Mädchen (51). Kinder mit einem höheren Fitnesslevel und gut entwickelter Neuromotorik im Grundschulalter sind später auch körperlich aktiver (52). Interventionsprogramme, die die Bewegung der Kinder fördern, zielen nicht nur auf eine verbesserte Fitness und Geschicklichkeit, sondern auch auf ein gesünderes Gewicht und Selbstvertrauen ab (53, 54). Schulen eignen sich gut zur Durchführung dieser Präventionsprogramme (55). Bei infantiler Zerebralparese und anderen Störungen des Cerebellums werden z.B. bimanuelles Training mit belegtem Erfolg zur Verbesserung der Feinmotorik eingesetzt (56). Hier eignen sich Rehabilitationszentren und das häusliche Setting zur individuellen Betreuung.

1.5 Umweltsituation in Andacollo, Chile

Andacollo, eine 12.000 Einwohner zählende Kleinstadt im Norden Chiles (Abbildung 1-1), ist neben der Wallfahrtskirche für seine Gold- und Kupfervorkommen bekannt.



Abbildung 1-1 Andacollo, IV. Region, Chile (Quelle: Autorin)

Die Mehrzahl der Bewohner lebt von der Minenwirtschaft. Die Bodenschätze werden in zwei industriellen Minen (Abbildung 1-2) sowie traditionell abgebaut. Dies führt zur Umweltbelastung durch Feinstaub (57, 58) und Quecksilberdampf aus den traditionellen „Goldshops“ (59, 60). Hierzu bergen so genannte „Pirquineros“ zunächst das goldhaltige Erz aus selbst ausgeschachteten kleinen Minen in der Umgebung (Abbildung 1-3).



Abbildung 1-2 Industrielle Kupfermine, Andacollo (Quelle: Autorin)



Abbildung 1-3 Kleinwirtschaftliche Goldminen, Andacollo (Quelle: Autorin)

Anschließend wird das Erz fein zermahlen und Quecksilber hinzugegeben. Dieser Prozess wird Amalgamisierung genannt (39, 48). Um das Gold wieder vom Quecksilber zu trennen wird die Mischung in einer Pfanne über einem Bunsenbrenner erhitzt damit das Quecksilber verdampft (Abbildung 1-4). Dies geschieht in den bereits genannten „Goldshops“, die häufig in den Häusern oder Hinterhöfen der „Pirquineros“ eingerichtet sind. Schutzmaßnahmen sind meist keine vorhanden, so dass die Belastung für die Arbeiter und deren Familie hoch ist (47).



Abbildung 1-4 Verwendung des Quecksilbers bei traditioneller Goldgewinnung (Quelle: Autorin)

1.6 Das Projekt „Caracolito“ 2008-2011

Das Akronym des Projektes „Caracolito“ steht für „Cargas ambientales y bienestar de los Niños de Andacollo“, zur deutsch „Umweltbelastungen und die Gesundheit der Kinder Andacollos“. Es wurde 2008/9 auf Initiative von Prof. Dr. Radon der LMU München und Dr. Moraga von der UCN Coquimbo initiiert und untersuchte zunächst den Einfluss von Quecksilber auf die Neuromotorik der Kinder in Andacollo im Querschnittsdesign. Die Eltern wurden mittels Fragebögen befragt, Fingernagelproben wurden auf Quecksilber untersucht, mit den Kindern wurde der Raven Intelligenztest (61) und der Züricher Neuromotorik Test durchgeführt. Untersucht wurden 288 Kinder aus der 1. bis 6. Klasse an den zwei größten staatlichen Grundschulen Andacollos (Abbildung 1-5).



Abbildung 1-5 Schulen in Andacollo, links Nuestra Señora del Rosario Schule; rechts Luis Cruz Martinez Schule (Quelle: Autorin)

Die Studienergebnisse zeigten, dass Goldshops im häuslichen Umfeld mit erhöhtem Quecksilbergehalt in den Fingernagelproben der Kinder assoziiert waren. Das Kollektiv zeigte Quecksilberwerte von 0.001–0.86 $\mu\text{g/g}$ (Median 0,10 $\mu\text{g/g}$). 20% der Studienteilnehmer kamen zu Hause mit Quecksilber im Rahmen der Goldaufbereitung in Kontakt (62).

Die Untersuchung mit der Methode der Züricher Neuromotorik ergab unerwartet hohe Anteile von Kindern mit pathologischen Werten (Tabelle 1-1).

ZNM Module	% im pathologischen Bereich	
	Studienpopulation in Andacollo (N=205)	Zürcher Normstichprobe
Gesamtmotorik	11,1%	1,5%
Feinmotorik	14,9%	1,5%
Grobmotorik	63,9%	1,5%
Statische Balance	10,4%	1,5%

Tabelle 1-1 Vergleich von pathologischen ZNM-Ergebnissen für „Caracolino I“ und Normkollektiv (60)

Die Prävalenz der pathologischen Werte war für die Grobmotorik am höchsten. Für keines der ZNM-Module zeigte sich ein statistischer Zusammenhang mit dem Quecksilbergehalt der Fingernagelproben, jedoch konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen Quecksilberverbrennung im Haushalt und pathologischer Grobmotorik nachgewiesen werden (60), der das insgesamt sehr schlechte Abschneiden der Kinder in der Zürcher Neuromotorik aber nicht ausreichend erklären konnte. Während der Studie fiel auf, dass den Schülern kein adäquater schulischer Sportunterricht angeboten wurde, viele der Kinder übergewichtig waren und nur wenige Kinder in ihrer Freizeit Sport trieben.

2 Zielsetzung

Ziel der cluster-randomisierten Studie „Caracolito II“ war die Überprüfung des Effekts einer siebenwöchigen physiotherapeutischen Intervention auf die Neuromotorik von Grundschulkindern einer Gemeinde im Norden Chiles. Untersucht wurden Schulkinder aus zwei staatlichen Schulen, an denen bisher kein regelmäßiger und strukturierter Sportunterricht stattfand. Sollte sich die Intervention als erfolgreich erweisen, würden sich hieraus Empfehlungen für den Sportunterricht an staatlichen Schulen Chiles ableiten lassen.

3 Material und Methoden

3.1 Studienpopulation

Sowohl die Ethikkommission der LMU München als auch die der Universidad Católica del Norte, Chile gaben ein positives Votum für die Durchführung der Interventionsstudie „Caracolito II“ an chilenischen Grundschulern.

Für das Projekt wurden Kinder der 1. bis 8. Klasse aus den beiden größten öffentlichen Grundschulen Andacollos (Abbildung 1-5) „Colegio Nuestra Señora del Rosario“ (NSR) und „Escuela Luis Cruz Martinez“ (LCM) rekrutiert (Abbildung 3-1). Das Projekt wurde hierzu zuerst den Schuldirektoren und dem Lehrerkollegium vorgestellt. Anschließend wurden mit deren Unterstützung die Fragebögen (Anhang 9.2) und Informations-/Konsensbögen (Anhang 9.1) verteilt sowie die Studie den Kindern näher gebracht. Während mehr und mehr Kinder Interesse zeigten, wurde bereits mit den Neuromotorikuntersuchungen begonnen.

Die Schule, an der die Intervention stattfinden sollte, wurde per Münzwurf ermittelt. Zu diesem Ereignis wurden Schüler und deren Eltern, die Schuldirektoren sowie der chilenische Projektleiter Herr Dr. Moraga eingeladen. Nach einer erneuten kurzen Präsentation des Caracolito Projektes wurde schließlich durch den Münzwurf die NSR-Schule zur Durchführung der Intervention ermittelt. Die teilnehmenden Schüler der LCM-Schule dienten als Kontrollkollektiv.

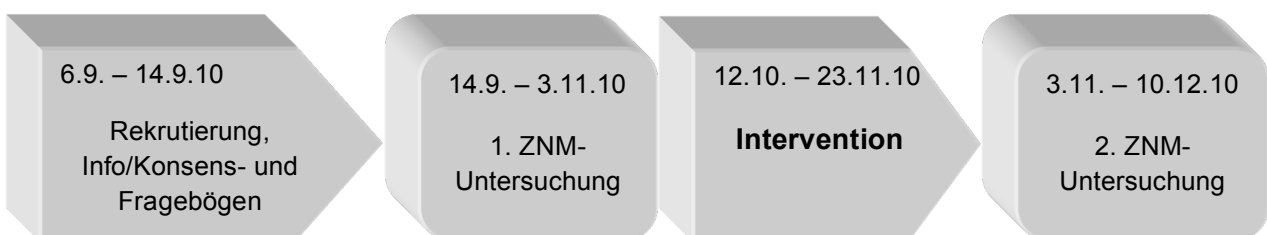


Abbildung 3-1 Zeitlicher Ablauf der Studie „Caracolito II“ (September – Dezember 2010)

3.2 Untersuchungsmethoden

3.2.1 Züricher Neuromotorik (ZNM)

Voraussetzung für das Durchführen der Züricher Neuromotorik ist ein ruhiger Raum mit Platz zum Spannen eines Gummiseils für die Sprungübungen. Zudem sollte er mit Stühlen und Tischen ausgestattet sein, die jeweils auf die Größe des Kindes abgestimmt werden können.

Die benötigten Materialien bestehen aus einem speziell für die ZNM geeignetem Steckbrett, einem Stab für die statische Balanceübung, dem Gummiseil für die dynamischen Balanceübungen sowie einer Stoppuhr und Ergebnisblättern.

Ablauf der ZNM

Nach der Ermittlung der Händigkeit wurden folgende Aufgaben (Tabelle 3-1) durchgeführt. Die Geschwindigkeit bei Erledigung der Testaufgabe wurde mit einer Stoppuhr gemessen.

Aufgaben	Bewertung	
	Geschwindigkeit	Mitbewegungen
Steckbrettübung	X	X
Finger repetitiv	X	X
Finger sequentiell	X	X
Hände repetitiv	X	X
Hände alternierend	X	X
Füße repetitiv	X	X
Füße alternierend	X	X
Diadochokinese		X
Statische Balance	X	
Dynamische Balance	X	
Stressgaits (Zehen-, Fersen-, O- und X-Bein-Gang)		X

Tabelle 3-1 Ablauf der ZNM

Die Steckbrettübung sowie statische und dynamische Balance wurden gemäß der Anleitung abhängig vom Alter der Kinder leicht variiert. Eine detaillierte Ausführung der einzelnen Übungen befindet sich im Anhang (9.3.1).

Durch die Anwesenheit zweier Untersucher konnte die wissenschaftliche Version des Tests durchgeführt werden, indem zusätzlich zu den Mitbewegungen der ipsilateralen Extremität (klinische Version) auch die Mitbewegungen der restlichen Extremitäten sowie die Mimik der Kinder beurteilt wurden.

Die Mitbewegungen wurden durch Beobachten der passiven Extremität/en und der Mimik in Graden dokumentiert. Für die verschiedenen Übungen lagen jeweils standardisierte Vorlagen zur Gradeinteilung der zu beobachtenden Mitbewegungen vor.

Die Untersucher (die Autorin dieser Arbeit und eine Kommilitonin) waren zuvor am Klinikum der Universität München geschult worden.

Analyse der ZNM

Für eine höhere Reliabilität wurden die Einzelergebnisse der Untersuchungsaufgaben zu übergeordneten motorischen Leistungskomplexen zusammengefasst. In der hier vorliegenden Arbeit wurden drei aus Zeitmessungen berechnete Komponenten betrachtet:

Komponente 1 beinhaltet repetitive, alternierende und sequentielle Bewegungsabfolgen zur Beurteilung der Grobmotorik. Die Summe der Steckbrettversuche bildet in **Komponente 2** die Feinmotorik ab. Die dynamische Balance wird in **Komponente 3**, den adaptiven grobmotorischen Aufgaben dargestellt.

Die Zeitmessung wurde jeweils in Z-Scores dargestellt. Der Z-Score gibt die Standardabweichung des Einzelwertes vom Mittelwert an. Als pathologisch wurde ein Z-Score über 2 gewertet.

3.2.2 Fragebogen

Der Fragebogen (Anhang 9.2.2) bestand aus 17 Fragen, die schon in der „Caracolito I“ Studie zum Einsatz kamen und die primär aus auf Spanisch validierten Fragebögen entnommen wurden (63-67).

Mittels Fragebogen wurden mögliche Einflussfaktoren auf die neuromotorische Entwicklung erfasst. Diese dienten dem Vergleich des Interventions- mit dem Kontrollkollektiv. Bezüglich der individuellen Quecksilberbelastung wurden das Verbrennen von Quecksilber im Haushalt, der Kontakt zu Quecksilber während der Schwangerschaft, der bevorzugte Spielort des Kindes und der monatliche Fischkonsum erfragt. Weiterhin wurden die Berufstätigkeit der Eltern sowie soziodemographische Angaben (Alter und Geschlecht) und Wohndauer in Andacollo erhoben.

Zur Ermittlung des sozioökonomischen Status wurde in zwei Berufsgruppen unterteilt. Gruppe 1 beinhaltet sozioökonomisch geringer angesehene Berufe wie Putzkraft, Kellner/in und Kassierer/in. Beispiele für höher angesehene Berufe der Gruppe 2 wären Lehrer/innen, Büroberufe, Angestellte des Krankenhauses, Buchhaltung und Ingenieure.

3.2.3 BMI



Vor jeder der beiden ZNM-Untersuchungen wurde bei jedem Kind, dessen Eltern ihre Zustimmung gaben, die Körpergröße sowie das Körpergewicht bestimmt (Abbildung 3-2). Der Body-Mass-Index (BMI) wurde errechnet und beide Werte für die Auswertung gemittelt. Der BMI berechnete sich folgendermaßen:

$$\text{BMI} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] = \frac{\text{Gewicht [kg]}}{\text{Körpergröße [m]}^2}$$

Dicke Jacken und Schuhe wurden vor der Messung abgelegt.

Abbildung 3-2 Erhebung des BMI (Quelle: Autorin)

3.3 Intervention

Entwicklung

Ablauf und Inhalt (Anhang 9.4) der Intervention wurden im Juli 2010 mit Unterstützung der physiotherapeutischen Abteilung des Klinikums Großhadern entwickelt. Die Übungen wurden darauf ausgerichtet, zusätzlich zur Gesamtmotorik besonders die Balance der Kinder zu verbessern, da gerade diese sich in der Pilotstudie als problematisch erwiesen hatte. In Absprache mit einem Sportpädagogen wurden auch gezielt Spiele herausgesucht, die den Kindern Spaß machen, um so die längerfristige Motivation für die Teilnahme an der Intervention zu gewährleisten. Die Häufigkeit und Verteilung der Unterrichtseinheiten war an den typischen deutschen Sportunterricht angelehnt und sollte den größtmöglichen Übungseffekt erzielen.

Ablauf

Jedes teilnehmende Kind absolvierte pro Woche zweimal 45 Minuten eine physiotherapeutische Intervention an nicht aufeinander folgenden Tagen. Die Interventionsteilnehmer wurden aus ihren jeweiligen Schulstunden für den Interventionssport befreit. Hierbei wurden die Stunden in Absprache mit den Lehrern so gelegt, dass die Schüler möglichst wenig Unterrichtsstoff versäumten.

Die Interventionsteilnehmer wurden ihrem Alter entsprechend in drei Gruppen (Jahrgangsstufen 1-2, 3-5 und 6-8) eingeteilt. Für alle Teilnehmer galt als Ziel die Verbesserung der Grobmotorik und der Balance, jedoch wurde der Schwierigkeitsgrad der Übungen dem Alter der Kinder angepasst. Die Übungen entsprachen nicht den Testaufgaben der Züricher Neuromotorik.

Die Materialien entsprachen der Sportgeräte-Ausstattung der Schule. Verwendet wurden Basketbälle, Hütchen, Gummiseile und Matten. Die Intervention fand auf dem Sportplatz der Schule statt, einem betonierte Platz von der Größe eines Handballfeldes. Jede Stunde verlief nach dem gleichen Schema und beinhaltete sowohl neue Elemente als auch Wiederholungselemente (Abbildung 3-3).

Der erste Teil diente dem **Aufwärmen** und Lockern. Typischerweise bestand er aus dem mehrmaligen Umrunden des Sportplatzes sowie aus dem „Hampelmann“ und anderen Sprungübungen.

Daran schloss sich der **Balance**-Teil an: auf einem Bein balancieren, je nach Alter mit geschlossenen Augen, eventuell auf Zehenspitzen vorlehnend, gleichzeitig die Arme bewegend. Die Übungen wurden alterniert und mit jedem Fuß dreimal absolviert.

Anschließend folgte der **Parcours**-Teil, in dem stets sowohl Sprung- als auch Balance-Elemente enthalten waren. Hierzu zählten z.B. vorwärts oder rückwärts im Zickzack über Linien springen, Bälle im Slalom mit den Händen um Hütchen rollen oder dribbeln, vorwärts oder rückwärts auf einer Linie balancieren, über Hütchen springen, oder mit einem Hütchen zwischen den Füßen springen.

Der letzte Teil war immer ein **Teamspiel**. Es wurden entweder ruhigere Konzentrationsspiele wie das Weitergeben einer Klopfnachricht im Kreis, einen Ball in Hütchen im Kreis herum geben, oder Wettkampfspiele gespielt. Bei diesen ging es darum, möglichst schnell Bälle im Slalom zu dribbeln oder im Hütchen zu befördern, Bälle über Kopf oder zwischen den Beinen weiter zu geben, oder auf einem Bein stehend einander über ein Seil zuzuwerfen. Es wurden bei den verschiedenen Übungen rechte und linke Hand bzw. rechter und linker Fuß alterniert.



Abbildung 3-3 Durchführung der Intervention (Quelle: Autorin)

Bei der Intervention wurden Stundenprotokolle und Anwesenheitslisten geführt (Anhang 9.4.1 und 9.4.2). Der Nachweis der Anwesenheitshäufigkeit der Kinder diente der Berechnung der Sensitivitätsanalyse.

3.4 Datenschutz und Dateneingabe

Jeder Studienteilnehmer bekam eine zufällige Studienidentifikationsnummer. Alle Auswertungsdateien wurden pseudonymisiert geführt. Die einzige Datei, die Namen der Kinder mit IDs zusammen führte, war durch ein Passwort geschützt und nur den Untersucherinnen zugänglich.

Die Fragebögen und Informations-/Konsensbögen sowie die handschriftlichen ZNM-Aufzeichnungen und BMI-Ergebnisse werden zehn Jahre an der Universidad Católica del Norte in Coquimbo, Chile, gelagert.

Die Eingabe der Fragebögen, ZNM-Aufzeichnungen sowie der BMI-Ergebnisse erfolgte zweimalig durch die Autorin dieser Arbeit und durch eine weitere Person. Anschließend wurde ein Fehlerabgleich durchgeführt.

3.5 Statistische Analyse

Die Rohdaten der ZNM wurden durch deren Entwickler am CDC (Child Development Center) des Kinderspitals Zürich ausgewertet und zur weiteren Bearbeitung an das Institut und die Poliklinik für Arbeits-, Sozial-, und Umweltmedizin der LMU München weitergeleitet. Hier wurde die statistische Analyse der Daten unter Anwendung des SPSS Programms (IBM SPSS Statistics) durchgeführt.

Vergleich der Kollektive

Zunächst wurden die deskriptiven Daten und die Ergebnisse der Zürcher Neuromotorik der Kontroll- und Interventionsgruppe verglichen. Die Ergebnisse der ZNM wurden als % pathologischer Werte sowie als kontinuierliche Werte dargestellt. Die bivariaten Vergleiche erfolgten mittels Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Tests. Die Daten mit stetigen Messgrößen in mehreren Gruppen wurden mit Varianzanalysen verglichen (ANOVA für parametrische Daten und Kruskal-Wallis-ANOVA für nicht-parametrische Daten).

Es wurden jeweils die relativen und absoluten Häufigkeiten, Mittelwerte und 95% Konfidenzintervalle berechnet und die statistische Signifikanz aufgeführt. Ein p-Wert unter 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet.

Einfluss der Intervention

Der Effekt der Intervention auf die Neuromotorik wurde einmal für alle Schüler der Interventionsgruppe gerechnet und zum anderen nur auf diejenigen Schüler beschränkt, die mindestens an 50% der Interventionsstunden teilnahmen („Interventionsgruppe A>50%“). Letzteres wurde unter der Überlegung durchgeführt, dass nur sehr wenige Interventionseinheiten keinen nennenswerten Effekt auf die Neuromotorik haben dürften.

Die Änderung in den Parametern der ZNM zwischen der ersten und zweiten Untersuchung (sprich vor und nach der Intervention) wurde als Differenzquotient berechnet. Ein positiver Differenzquotient indiziert eine Verbesserung des Untersuchungsparameters über den Studienzeitraum. Der Unterschied zwischen Kontroll- und Interventionsgruppe wurde mittels Mann-Whitney-U-Test berechnet.

Um die Verbesserung in der Interventionsgruppe mit der Verbesserung in der Kontrollgruppe zu vergleichen wurden im nächsten Schritt rohe und für potentielle Confounder adjustierte lineare Regressionsmodelle berechnet. Als potentielle Confounder wurden das Geschlecht (männlich vs. weiblich) und der BMI (Übergewicht vs. geringeres Gewicht) aufgenommen. Darüber hinaus wurde in diesen Modellen die Gruppenzugehörigkeit (Interventions- vs. Kontrollgruppe) als Hauptprädiktor berücksichtigt. Rohe und adjustierte Regressionskoeffizienten wurden miteinander verglichen.

Für die als Sensitivitätsanalysen dienenden logistischen Regressionsmodelle wurden die ZNM-Befunde gemäß der in der Schweiz erstellten Normdaten in pathologische und nichtpathologische Werte eingeteilt. Hierbei war nur der Anteil der Kinder mit pathologischen Befunden in den adaptiven grobmotorischen Aufgaben hoch genug, um diese als Zielgröße

zu verwenden. In diesen Modellen wurden die ZNM-Ausgangswerte zusätzlich als Prädiktor aufgenommen. Dargestellt wurden die Ergebnisse dieser Modelle als Odds Ratios (OR) mit 95% Konfidenzintervall (KI).

Zur Testung der Untersucherunabhängigkeit der ZNM-Ergebnisse der „Caracolito II“ Studie wurden die Ergebnisse mit der Ausgangsstudie („Caracolito I“) für Studienteilnehmer, die an beiden Studien teilnahmen, verglichen (Anhang 9.3.2). Hierbei zeigte sich eine enge Übereinstimmung und damit Reproduzierbarkeit der Befunde.

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Daten

4.1.1 Studienpopulation

Insgesamt nahmen 174 Kinder der insgesamt 604 Schüler (29%) zwischen 5 und 15 Jahren an der Studie „Caracolito II“ teil. 75 Kinder waren Schüler der NSR und wurden der Interventionsgruppe zugeteilt. Die 74 Schüler der LCM dienten als Kontrollgruppe. In der Studienpopulation befanden sich insgesamt 51% Mädchen. Das mittlere Alter der Teilnehmer betrug 10,13 (Range: 5-15) Jahre.

Insgesamt 25 Schüler (14,4%) schieden im Studienverlauf aus der Studie aus. Gründe waren mangelnde Motivation, Umzug der Familie und ein Beinbruch. Diese Schüler nahmen nicht an der abschließenden neuromotorischen Testung teil. Um eine mögliche Beeinflussung der Studienergebnisse durch selektives Ausscheiden aus der Studie zu untersuchen, wurden diese Studienabbrecher mit der Interventions- und der Kontrollgruppe verglichen (Tabelle 4-1). Bei diesem Vergleich zwischen den drei Gruppen fand sich in den deskriptiven Daten nur in der Geschlechterverteilung ein statistisch signifikanter Unterschied mit einem höheren Anteil von Jungen in der Kontrollgruppe (61%) als in der Interventionsgruppe (43%) und der Gruppe der Studienabbrecher (36%).

		Studienabbrecher			Kontrollgruppe			Interventions- gruppe			p _{Chi} ²
		N	n MW	% SD	N	n MW	% SD	N	n MW	% SD	
Alter in Jahren		25	9,6	2,8	74	10,5	2,5	75	9,95	2,6	0,20 ¹
Jahren der Hg- Verbrennung		24	7,2	3,6	69	9,1	3,5	71	9,5	2,7	0,14 ¹
Wohndauer in Andacollo		4	8,5	8,6	14	15,2	10,4	16	13,6	11,4	0,45 ¹
Jungen		25	9	36,0	74	45	60,8	75	32	42,7	0,03
Rechtshändigkeit		19	15	78,9	74	69	93,2	75	70	93,3	0,10
Fischkonsum pro Monat	> 4	25	5	20,0	73	13	17,8	74	15	20,3	0,99
	1-4		12	48,0		35	47,9		33	44,6	
	0-1		8	32,0		25	34,2		26	35,1	
Passivrauch- exposition		24	3	12,5	68	17	25,0	67	11	16,4	0,29

Tabelle 4-1 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich demographischer Daten, Wohndauer in Andacollo, Dauer der Quecksilberverbrennung, Händigkeit, Fischkonsum und Passivrauchexposition im häuslichen Umfeld

Bezüglich des sozioökonomischen Status, der Quecksilberexposition und den Hauptspielorten der Kinder ergaben sich ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Die meisten Mütter der Kinder waren nicht berufstätig (Tabelle 4-2), mehr als die Hälfte der Väter arbeitete in der Minenwirtschaft als Pirquinero oder in einer der industriellen Minen. Unter den Vätern der Studienabbrechern ging über die Hälfte einem Beruf nach, für den eine höhere Schulbildung erforderlich ist (z.B. Lehrer, Krankenschwestern, Buchhalter und Ingenieure), in der Kontroll- und Interventionsgruppe waren es nur ein Drittel. Etwa die Hälfte der Mütter hatte in der Schwangerschaft Kontakt zu Quecksilber.

¹ Kruskal-Wallis-Anova

		Studienabbrecher			Kontroll- gruppe			Interventions- gruppe			p _{Chi} ²
		N	N	%	N	n	%	N	n	%	
Mutter	nicht berufstätig	24	20	83,3	66	45	68,2	67	42	62,7	0,26
	Berufs- gruppe 1 ¹		4	16,7		12	18,2		17	25,4	
	Berufs- gruppe 2 ²		0	0		9	13,6		8	11,9	
Vater	nicht berufstätig	22	0	0	63	6	9,5	65	6	9,2	0,51
	Berufs- gruppe 1 ¹		12	54,5		20	31,7		21	32,3	
	Minen- arbeiter		5	22,7		19	30,2		21	32,3	
	Pirquinero		4	18,2		14	22,2		10	15,4	
	Berufs- gruppe 2 ²		1	4,5		4	6,3		7	10,8	
Quecksilber-Verbrennung im Haushalt											
Keine		25	18	72,0	65	46	70,8	65	44	67,7	0,87
Nur durch den Vater			4	16,0		12	18,5		9	13,8	
Nur durch eine andere Person			3	12,0		6	9,2		10	15,4	
Durch mehrere Personen			0	0		1	1,5		2	3,1	
Kontakt mit Hg in der Schwangerschaft		21	9	42,9	47	22	46,8	49	26	53,1	0,70

Tabelle 4-2 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich der Berufe der Eltern und der häuslichen Quecksilberbelastung

¹ sozioökonomisch höhergestellte Berufe

² sozioökonomisch geringer geachtete Berufe

In 30% der Haushalte wurde regelmäßig Quecksilber verbrannt. Die meisten Kinder spielten am liebsten im Haus und Hof/Patio (Tabelle 4-3).

	Studienabbrecher			Kontroll- gruppe			Interventions- gruppe			p _{Chi} ²
	N	n	%	N	n	%	N	n	%	
Das Kind spielt am liebsten										
Im Haus	25	16	64,0	73	33	45,2	75	39	52,0	0,26
Im Hof		7	28,0		19	26		31	41,3	0,12
Im Garten		0	0		6	8,2		2	2,7	0,14
Auf der Straße		2	8,0		12	16,4		4	5,3	0,08
Auf der Plaza		2	8,0		7	9,6		4	5,3	0,61
Woanders		0	0		3	4,1		2	2,7	0,56

Tabelle 4-3 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich des präferierten Spielorts der Kinder

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen fanden sich hinsichtlich des Body-Mass-Index bzw. der Gewichtskategorie. Unter den Studienabbrechern fand sich mit 67% ein ähnlich hoher Anteil übergewichtiger Teilnehmer wie in der Interventionsgruppe (68%). In der Kontrollgruppe waren nur 37% übergewichtig (Tabelle 4-4).

		Studienabbrecher			Kontrollgruppe			Interventionsgruppe			p_{Chi^2}
		N	n MW	% SD	N	n MW	% SD	N	n MW	% SD	
Gewichtskategorie*	Untergewicht	24	1	4,3	74	3	4,1	75	0	0,0	0,004
	Normalgewicht		7	29,1		44	59,4		24	32,0	
	Übergewicht		6	25,0		14	18,9		25	33,3	
	Adipositas		10	41,6		13	17,6		26	34,7	
BMI; MW, SD		24	21,0	4,6	74	19,6	3,4	75	21,5	3,8	0,007

Tabelle 4-4 Vergleich von Studienabbrechern, Kontroll- und Interventionsgruppe bzgl. des Body-Mass-Index (* Einteilung nach (68))

Zusätzlich zu den Vergleichen zwischen den drei Gruppen wurden nur das Kontroll- mit dem Interventionskollektiv statistisch verglichen (Anhang 9.5). Hierbei zeigte sich wiederum, dass der Anteil der Jungen in der Kontrollgruppe höher war als in der Interventionsgruppe (Tabelle 9-9-3). Zudem spielten die Kontrollkinder statistisch signifikant häufiger auf der Straße und seltener im Hof als die Interventionskinder (Tabelle 9-9-4). Die Prävalenz von Unter- und Normalgewicht war in der Kontrollgruppe geringer als in der Interventionsgruppe. (Tabelle 9-9-5).

Ebenfalls verglichen wurden die beschreibenden Daten zwischen Interventionsgruppe und den Teilnehmern der Interventionsgruppe, die an mindestens 50% der Intervention teilgenommen hatten. Insgesamt nahmen 61 der 75 Kinder der Interventionsgruppe an mindestens 50% der Interventionseinheiten teil. In dieser Gruppe waren die Teilnehmer etwas jünger als im Gesamtinterventionskollektiv (Tabelle 9-6), alle anderen in Kapitel 4.1 beschriebenen Charakteristika unterschieden sich nicht vom gesamten Interventionskollektiv.

4.2 Ergebnisse der Züricher Neuromotorik

4.2.1 Vergleich Kontroll- und Interventionskollektiv

Die folgende Tabelle 4-5 zeigt die Prävalenz pathologischer Befunde in der ZNM-Ausgangsuntersuchung für das Kontroll- und Interventionskollektiv sowie für die Kinder, die an mindestens 50% der Interventionseinheiten teilnahmen. Bei den Komponenten 1 (Summe der rein motorischen Aufgaben) und 2 (adaptive feinmotorische Aufgaben) fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Es fiel eine hohe Prävalenz pathologischer Werte in der rein motorischen Komponente auf. Ebenfalls sehr hoch und statistisch signifikant höher in der Kontroll- (81%) als in der Gesamt-Interventionsgruppe (60%) war der Anteil pathologischer Werte in den adaptiven grobmotorischen Aufgaben (Komponente 3).

ZNM-Komponente	Kontrollgruppe			Interventionsgruppe			p _{Chi} ² Intervention vs. Kontrolle	Interventionsgruppe A>50% ¹			p _{Chi} ² Intervention A>50% vs. Kontrolle
	N	n	%	N	n	%		N	n	%	
1 Summe rein motorischer Aufgaben	74	11	14,9	75	18	24,0	0,16	61	14	23,0	0,23
2 Feinmotorik	74	4	5,4	75	7	9,3	0,359	61	7	11,5	0,20
3 Grobmotorik	72	58	80,6	75	45	60,0	0,007	61	36	59,0	0,007

Tabelle 4-5 Vergleich von Prävalenz pathologischer Ergebnisse bei der ZNM-Ausgangsuntersuchung für Kontroll-, Interventions-, und Interventionsgruppe A>50%

In den drei Gruppen zeigte sich für alle betrachteten Komponenten der ZNM eine Verbesserung im Vergleich zur Ausgangsuntersuchung (Abbildung 4-6). Statistisch signifikant bessere Ergebnisse als die Kontrollgruppe (70,3%) hatte die gesamte Interventionsgruppe (44,0%) in der die Grobmotorik beschreibenden Komponente 3 ($p_{\text{Chi}^2}=0,001$), bei den Kindern mit einer Anwesenheit von 50% verbesserte sich die Grobmotorik noch mehr. In der Feinmotorik hingegen war die Kontrollgruppe bei der Abschlussuntersuchung gering, aber statistisch signifikant besser als die Interventionsgruppen ($p_{\text{Chi}^2}=0,03$). Keine Unterschiede zeigten sich in der Summe rein motorischer Aufgaben.

ZNM-Komponente	Kontrollgruppe			Interventionsgruppe			p _{Chi} ² Intervention vs. Kontrolle	Interventionsgruppe A>50%			p _{Chi} ² Intervention A>50% vs. Kontrolle
	N	n	%	N	n	%		N	n	%	
1 Summe rein motorischer Aufgaben	74	5	6,8	75	5	6,7	0,98	61	4	6,6	0,96
2 Feinmotorik	74	0	0,0	75	4	5,3	0,04	61	4	6,6	0,03
3 Grobmotorik	74	52	70,3	75	33	44,0	0,001	61	24	39,3	<0,0001

Tabelle 4-6 Vergleich von Prävalenz Pathologischer Ergebnisse bei der ZNM-Abschlussuntersuchung für Kontroll-, Interventions-, und Interventionsgruppe A>50%

¹ Anwesenheit an über 50% der Interventionsstunden

4.2.2 Änderung der ZNM-Befunde durch die Intervention

Bivariate Vergleiche

Zum Vergleich von Eingangs- und Abschlussuntersuchung wurden, wie im Methodenteil beschrieben, Differenzquotienten gebildet. Wie in Tabelle 4-7 dargestellt, zeigte sich für alle Differenzquotienten eine Verbesserung der Befunde. Statistisch signifikant war hierbei die Verbesserung in der Interventionsgruppe im Bereich der die gesamten motorischen Aufgaben umfassenden Komponente 1. Die Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die die Grobmotorik beurteilende Komponente 3 waren nur für die Untergruppe der Interventionsteilnehmer statistisch signifikant, die an mindestens 50% der Interventionseinheiten teilgenommen hatten.

ZNM-Komponente	Kontrollgruppe			Interventionsgruppe			p ¹ Intervention vs. Kontrolle	Interventionsgruppe A>50%			p Intervention A>50% vs. Kontrolle
	N	MW	SD	N	MW	SD		N	MW	SD	
1 Summe rein motorischer Aufgaben	74	0,54	0,66	75	0,90	1,05	0,006	61	0,91	1,08	0,02
2 Feinmotorik	74	0,31	0,65	75	0,23	0,82	0,50	61	0,22	0,88	0,49
3 Grobmotorik	72	0,76	1,22	75	1,25	1,80	0,16	61	1,33	1,88	0,04

Tabelle 4-7 Vergleich der Differenzquotienten zwischen den ZNM-Ergebnissen der Ausgangs- und der Abschlussuntersuchung für Kontroll-, Interventions-, und Interventionsgruppe A>50%

Lineare Regressionsmodelle

Mittels linearem Regressionsmodell ließ sich ein Einfluss der Intervention vor allem auf die Komponente der Gesamtmotorik (Tabelle 4-8) und der Grobmotorik (Tabelle 4-10) bestätigen. Diese Assoziation verlor für die Gesamtmotorik nach Adjustierung für Geschlecht und Gewichtskategorie knapp die statistische Signifikanz. Bei Einschränkung des Kollektivs auf diejenigen, die an mindestens 50% der Interventionseinheiten teilgenommen hatten, blieb eine statistisch signifikante Verbesserung der Grobmotorik in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe bestehen. Bei der Komponente der Feinmotorik (Tabelle 4-9) zeigte die Intervention keinen Einfluss.

¹ Mann-Whitney-U-Test

	Gesamte Interventionsgruppe N=148				Interventionsgruppe A>50% N=134			
	Nicht adjustiert		Adjustiert		Nicht adjustiert		adjustiert	
	Beta ¹	p ²	Beta	p	Beta	p	Beta	p
Interventions- vs. Kontrollgruppe	0,352	0,02	0,297	0,06	0,371	0,02	0,270	0,10
Geschlecht	–	–	-0,010	0,94	–	–	-0,039	0,80
Gewicht ³	–	–	0,179	0,24	–	–	0,293	0,07

Tabelle 4-8 Roher und Confounder adjustierter Vergleich der Verbesserung in der Gesamtmotorik (Komponente 1) für die Interventions- und Interventionsgruppe A>50% im Vergleich zur Kontrollgruppe

	Gesamte Interventionsgruppe N=148				Interventionsgruppe A>50% N=134			
	Nicht adjustiert		Adjustiert		Nicht adjustiert		adjustiert	
	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p
Interventions- vs. Kontrollgruppe	-0,085	0,484	-0,125	0,34	-0,093	0,480	-0,131	0,36
Geschlecht	–	–	-0,017	0,89	–	–	-0,055	0,68
Gewicht	–	–	0,138	0,29	–	–	0,122	0,39

Tabelle 4-9 Roher und Confounder adjustierter Vergleich der Verbesserung in der Feinmotorik (Komponente 2) für die Interventions- und Interventionsgruppe A>50% im Vergleich zur Kontrollgruppe

¹ Beta= Regressions Koeffizient

² p= Signifikanzniveau

³ Übergewicht vs. Normal- oder Untergewicht

	Gesamte Interventionsgruppe N=146				Interventionsgruppe A>50% N=132			
	Nicht adjustiert		Adjustiert		Nicht adjustiert		adjustiert	
	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p
Interventions- vs. Kontrollgruppe	0,492	0,056	0,510	0,07	0,573	0,04	0,636	0,03
Geschlecht	–	–	-0,046	0,86	–	–	0,055	0,84
Gewicht	–	–	-0,031	0,91	–	–	-0,191	0,51

Tabelle 4-10 Roher und Confounder adjustierter Vergleich der Verbesserung in der Grobmotorik (Komponente 3) für Interventions-, und Interventionsgruppe A>50% im Vergleich zur Kontrollgruppe

Logistische Regressionsmodelle

Auch das logistische Regressionsmodell zeigte einen positiven Effekt der Intervention auf die Grobmotorik (4-11), die Effektschätzer änderten sich durch die Adjustierung nur geringfügig. Der Befund bestätigte sich für die Einschränkung der Interventionsgruppe auf diejenigen mit mindestens 50% Teilnahme (Tabelle 4-12). Logistische Regressionsmodelle für die anderen Komponenten der Züricher Neuromotorik waren – wie im Methodikteil beschrieben – aufgrund der geringen Fallzahlen nicht möglich.

	N	Pathologische Grobmotorik			
		nicht adjustiert		Confounder adjustiert	
		OR ¹	95% KI ²	OR ¹	95% KI ²
Intervention	147	0,46	0,20 - 1,02	0,39	0,16 - 0,95
Geschlecht	147	–	–	1,08	0,47 - 2,46
Gewicht	147	–	–	1,50	0,64 - 3,52
Ausgangswert	147	16,89	6,34 - 44,96	17,00	6,37 - 45,38

Tabelle 4-11 Vergleich des Einflusses verschiedener Variablen auf die Verbesserung der ZNM-Ergebnisse in der Grobmotorik (Komponente 3) in nicht adjustiertem und Confounder adjustiertem Modell: gesamte Interventionsgruppe

	N	Pathologische Grobmotorik			
		nicht adjustiert		Confounder adjustiert	
		OR ¹	95% KI ²	OR ¹	95% KI ²
Intervention A>50%	133	0,29	0,14-0,59	0,31	0,12 - 0,79
Geschlecht	133	–	–	0,90	0,38 - 2,13
Gewicht	133	–	–	1,50	0,60 - 3,76
Ausgangswert	133	16,72	5,78-48,41	16,60	5,73 - 48,08

Tabelle 4-12 Vergleich des Einflusses verschiedener Variablen auf die Verbesserung der ZNM-Ergebnisse in der Grobmotorik (Komponente 3) in nicht adjustiertem und Confounder adjustiertem Modell: Interventionsgruppe A>50%

¹ Odds Ratio

² 95% Konfidenzintervall

5 Diskussion

Die in dieser Studie durchgeführte physiotherapeutische Intervention zeigte einen Effekt auf die Gesamtmotorik und die Grobmotorik der Kinder aus dem chilenischen Andacollo. Besonders wirksam war der Effekt für Kinder, die an mindestens 50% der Interventionseinheiten teilnahmen.

5.1 Diskussion der Methoden und des Studiendesigns

5.1.1 Studienkollektiv: Rekrutierung und Repräsentativität

Die Fallzahl von 174 fiel bei einer Response von 29% eher gering aus. Man hatte angelehnt an die Response der Pilotstudie „Caracolito I“ damit gerechnet, dass mindestens 60% der Kinder an der Studie teilnehmen würden. Dies hätte eine Fallzahl von 360 Kindern ergeben. Das Kollektiv ist demnach nicht repräsentativ für die Schulen. Jedoch hätte das Studiendesign eine größere Fallzahl nicht zugelassen. Mit einer größeren Anzahl von Probanden wäre die Intervention nicht mehr von lediglich zwei Doktoranden durchführbar gewesen, so dass nur eine Stichprobe der Schüler hätte eingeschlossen werden können. Um größere Fallzahlen zu erreichen hätte es einen größeren personellen Aufwand und ein anderes Interventionsdesign benötigt. Im Rahmen einer mexikanischen Studie zur Steigerung der körperlichen Aktivität von Grundschulern wurde eine tägliche physiotherapeutische Intervention über die Dauer eines Schuljahres an 20.000 Schülern durchgeführt (69). Ein wichtiger Faktor des Interventionsdesigns im schulischen Setting ist die Durchführbarkeit der Intervention durch Lehrer, wie es sich bei längerfristigen Interventionsstudien anbietet. Die „Active for Life-Studie“ aus England stellte den Lehrern Unterrichtspläne für Interventionseinheiten zur Verfügung (70). Die „Active Classrooms-Studie“ untersuchte den Nutzen von körperlich aktivem akademischen Unterricht bei 8-12 Jährigen und wurde auch durch Lehrer implementiert (71).

Gründe für die geringe Response liegen darin, dass die Folgestudie „Caracolito II“ nicht im selben Maße publik gemacht wurde wie dies bei der Ausgangsstudie der Fall gewesen war, die durch Minenbetreiber und die Stadt unterstützt worden war. Möglicherweise gaben einige Kinder die Aufklärungsbögen nicht zuhause ab. Eltern ließen sich eventuell von der kleinen Schrift und der Anzahl der Bögen abschrecken. Dies dürfte insbesondere dort der Fall gewesen sein, wo bei Eltern aufgrund ihres Bildungsgrades eine gewisse Reserve gegen schriftliches Wort angenommen werden kann. Ein anderer Grund dürfte in der geringen Motivation vieler Kinder gelegen haben, die nötige Verbindlichkeit und Zeit aufzubringen, um über mehrere Wochen an der Studie teilzunehmen. Insgesamt ist anzunehmen, dass eher

Kinder an der Studie teilnahmen, deren Eltern eine etwas höhere Bildung aufwiesen und die eine höhere Motivation für sportliche Betätigung aufwiesen.

Die Gründe für das Ausscheiden einiger Kinder aus der Studie war zum einen ein sich ausbreitender Motivationsrückgang, besonders unter den älteren Mädchen, zum anderen der Wegzug von einigen Familien in andere Städte während der Erhebung der Daten. Ein Mädchen brach sich den Fuß und konnte somit nicht weiter teilnehmen. Dennoch ist die Teilnahmebereitschaft über den gesamten Zeitraum als gut einzustufen. Zudem unterschieden sich Studienabbrecher, mit Ausnahme des Geschlechts und des bevorzugten Spielorts kaum von denjenigen, die in der Studie blieben.

5.1.2 Fragebogen

Der Fragebogen wurde aus validierten Erhebungsinstrumenten zusammengestellt. Herausforderungen waren der niedrige Bildungsstand der meisten Eltern und die Sorge der Eltern, dass die Studie zeigen könnte, dass die häusliche Verbrennung von Quecksilber im Hinterhof zu Schäden für ihre Kinder führen könnte. So lag die Item-Non-Response bei den Fragen zur Berufstätigkeit der Eltern und insbesondere den Fragen zum Thema Quecksilber relativ hoch. Auch bei anderen Studien über die Umwelt- und Gesundheitsschäden von Quecksilber zeigte sich dies. Eine chinesische Studie zur Quecksilberexposition im Stadtbezirk Wanshan musste einige Kinder bei fehlendem oder inkomplettem Fragebogen aus der Studienausswertung ausschließen (72). Unklar bleibt wieviel die Eltern über die Schädlichkeit von Quecksilberdampf wissen. Charles et al. zeigte bei Arbeitern in tansanischen Goldshops ein mangelndes Wissen über die Effekte des Quecksilberdampfes und dabei statistisch signifikant schlechtere Kenntnisse bei Frauen auf (73). Auch eine Studie aus Mexiko identifizierte Wissenslücken in einer Region mit Goldabbau durch Kleinstunternehmen und hoher Quecksilberbelastung. Dort wurden zur Verbesserten Wahrnehmung und Risikoeinschätzung durch die Gemeinde sogenannte Transect-Walks (Bildungs-Spaziergänge) organisiert (74). In Andacollo haben bis dato keine vergleichbaren öffentlichen Interventionen stattgefunden.

Mit Hilfe des Fragebogens wäre es möglich gewesen, die Kinder zu ihrer gewöhnlichen täglichen körperlichen Aktivität zu befragen. Zusätzlich wurde auch nicht die Regelmäßigkeit und Qualität des regulären Schulsportes dokumentiert, so dass es nicht möglich war, die Studie hinsichtlich der körperlichen Aktivität der Probanden weiter zu differenzieren. Bei Studien zur Verbesserung von Gesundheit und Wahrnehmung der eigenen körperlichen Aktivität eignet sich das Ausmaß der körperlichen Aktivität der Schüler als zu messender Endpoint. Hier ist zusätzlich die Erhebung mittels Schüler- und Elternfragebogen mit anderen

Messungen, wie z.B. dem Schrittzähler wichtig (70). In der im Nachgang dieser Arbeit durchgeführten Studie zur Erstellung chilenischer Normwerte für die ZNM im nahe gelegenen Coquimbo waren nur 3% der Kinder einer öffentlichen Schule in einem Sportverein, auch sonst war die sportliche Betätigung der Kinder an öffentlichen Schulen weit geringer als die der Kinder an einer Privatschule in der gleichen Region. Es ist somit davon auszugehen, dass die sportliche Betätigung der Kinder in unserer Studie insgesamt sehr gering war.

5.1.3 Durchführung der Züricher Neuromotorik

Sowohl Intra- als auch Interuntersucherreliabilität werden für die ZNM mit 0.90-0.99 als hoch angegeben (16) und werden zusätzlich, durch das Verwenden von Komponenten-Blocks, in der Auswertung erhöht (15). Dies zeigt auch die hohe Übereinstimmung der Ergebnisse von CARACOLITO I und II, die durch unterschiedliche Untersucherinnen durchgeführt wurden.

Die Performance der Kinder war Tagesformabhängig (16). Die Differenzen hinsichtlich Begeisterung und Motivation, die das jeweilige Kind mitbrachte, haben einen Einfluss auf die Test-Performance (16). Zur Messung dieser Variable besteht kein adäquates Verfahren, so dass keine Dokumentation bezüglich des Motivationsniveaus erfolgen konnte.

Gegebenheiten, die den Testablauf weiter beeinflussten, waren extremes Wetter, Lärm und Unterbrechungen sowie die physikalischen Voraussetzungen des Sportplatzes. Manche Kinder mussten aufgrund äußerer Umstände (Vergesslichkeit, Krankheit oder Verletzungen) an zwei Tagen anstatt in einem Durchlauf untersucht werden. Die Waage der NSR Schule maß durchweg 1,5 bis 2 kg mehr als die der LCM Schule (Selbstkontrolle). Dieser systematische Fehler lässt Zweifel aufkommen, ob die Interventionskinder tatsächlich einen höheren BMI aufwiesen (Tabelle 4-4). Eventuell besteht beim Gewicht somit kein tatsächlicher statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kollektiven. Durch die Adjustierung für den BMI sollte dies aber keine Auswirkungen auf das Gesamtergebnis haben.

Bei der Steckbrettübung war die Bewertung von geöffneten Mündern einige Male durch eine Erkältung der Kinder erschwert. Außerdem war es in manchen Fällen unmöglich festzustellen, ob der Daumen festgedrückt oder nur aufgelegt war. Dass sich Kinder in der Übung verloren und anfangen, immer langsamer zu arbeiten, kam besonders bei den Jüngsten vor. Die Fußübungen zu beurteilen wurde durch das Tragen von Socken, die wegen fehlender Heizung in den Schulräumen angelassen wurden, erschwert. Bei den

Fingerübungen wurden die Arme oft nicht richtig angehoben und eine schlechte Haltung eingenommen.

Der Einbeinstand bereitete vielen Kindern große Schwierigkeiten. Etwa 80% der Kinder hätten es bei größerer Eigenmotivation länger geschafft, auf einem Bein zu stehen. Besonders bei den Jugendlichen über 10,5 Jahren, die den Test mit geschlossenen Augen durchführen sollten, schaffte es nur ein Bruchteil länger als 20 sec. (der Mindestzeit) auf einem Bein zu stehen. Dies führte zu zunehmender Frustration der Kinder. Der Balanceteil der ZNM war insgesamt sehr anfällig für Störfaktoren wie Ablenkung und Aufregung.

Die dynamische Balance erwies sich als sehr erklärungsintensiv, da einige Kinder Angst vor den Sprüngen hatten, oder andere nur Pferdchensprünge oder zu große Sprünge zeigen konnten. Manche rutschten auf dem Boden, anderen fiel während den Sprüngen Geld oder das Handy aus der Hosentasche.

Die Stressgaits fielen sehr unterschiedlich aus. Einige Kinder waren dabei sehr langsam, andere zu schnell. Die Schwierigkeiten bei der Bewertung der Mitbewegungen waren vielfältig. Besondere Angewohnheiten des jeweiligen Probanden, sowie Lachen oder Schnupfen erschwerten die Beurteilung zudem.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die jeweilige Tagesform und die äußeren Umstände einen Einfluss auf die Ergebnisse des ZNM haben. Es ist davon auszugehen, dass dieser Fehler nicht differenziell ist und somit zu einer Unterschätzung des wahren Effekts geführt haben können.

5.1.4 Intervention

Interventionsdesign

Um regelmäßigen Schulsport zu simulieren, hätte die Intervention über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden müssen. Jedoch zeigte eine an Athleten durchgeführte Studie, dass sich deren Agilität schon nach sechs Wochen gezielten Trainings signifikant verbesserte (75). Nachdem außer einer verbesserten Geschicklichkeit keine Endparameter wie etwa eine BMI-Reduktion, verbesserte Fitness oder niedrigere Cholesterinwerte angestrebt waren, schien eine Interventionsspanne von 6 bis 7 Wochen gerechtfertigt (76). Der Trainingseffekt einer anderen Studie steigerte sich nach sechs Wochen nicht mehr signifikant. Das effektivste Training lag in einem Zeitraum von 6 bis 8 Wochen (77). Schulische Interventionsstudien zur körperlichen Aktivität werden sonst meist über ein ganzes Schuljahr durchgeführt (69, 70, 78). Darüber hinaus wird mittels einer follow-up-Phase ein längerfristiger Effekt der Intervention auf die Gesundheit oder das Verhalten des Kindes untersucht (70). Dies war in dieser Studie nicht realisierbar.

Ein Vergleich von Einzelunterricht mit Gruppenübungen zeigte, dass Motorik verbessernde Übungen in der Gruppe nicht nur kostengünstiger sind, sondern auch ebenso effektiv wie Einzelstunden (79). Dieses Modell ließ sich in einem schulischen Setting gut durchführen, jedoch war durch den täglichen Schulunterricht die Umsetzung auch oft erschwert. Im Interventionsdesign ist möglicherweise die Feinmotorik nicht ausreichend gefördert worden. Der Fokus lag wegen der Gruppengröße und den Gegebenheiten auf Übungselementen aus Grobmotorik und Balance. Die Literatur beschreibt Feinmotorik verbessernde Interventionsstudien bei Erwachsenen und Kindern mit Einschränkungen durch Schlaganfall oder infantile Zerebralparese. Durchgeführt werden sie häufig in Einzeltherapie im häuslichen Umfeld oder in einem Rehabilitationszentrum. Die Dauer lag meist zwischen 2 und 8 Wochen (80-82). Es wäre ratsam, die Intervention fest in den schulischen Unterricht einzubauen, um Fehlzeiten zu vermeiden und die motorischen Leistungen des Gesamtkollektivs zu verbessern.

Durchführung der Intervention

Das häufigste Problem während der Durchführung der Intervention war das unangekündigte Fehlen der Kinder. Da es sich um eine wissenschaftliche Studie handelte, war jedoch um der Vergleichbarkeit willen darauf zu achten, die Stunden möglichst analog zu gestalten sowie Situationen oder Tage möglichst zu vermeiden, in denen Probanden fehlen würden. Die Gruppendynamik ließ allerdings das Öfteren nicht zu mit allen stets das Gleiche zu machen; außerdem wurden den Kindern Wiederholungen von bekannten Übungen schnell langweilig und der Sinn eines Trainings wurde zu wenig verstanden.

Von Lehrerseite aus erfuhren die Doktoranden reges Interesse und Unterstützung bei der Planung und Durchführung der Intervention. Aufgrund der kulturellen Spontanität mussten allerdings Interventionsstunden bei Änderungen des Stundenplans einige Male verschoben werden.

Die Ausstattung, mit der gearbeitet wurde, war begrenzt und häufig in einem schlechten Zustand. Äußere Umstände, die die Interventionsdurchführung behinderten, waren hohe Temperaturdifferenzen (morgens kühl und mittags sehr heiß), ein harter Boden, streunende Hunde (Abbildung 5-1), Zuschauer und sonstige Ablenkungen. Interventionszeit wurde auch durch Verarzten, Schnürsenkel binden und Streitschlichten verloren.



Abbildung 5-1 Streunender Hund während der Intervention (Quelle: Autorin)

Viele Probleme waren altersspezifisch. Erst- und Zweitklässler hatten eine kurze Aufmerksamkeitsspanne. Besonders die Mädchen erwiesen sich als sehr anhänglich und behinderten dadurch den Unterricht. Häufig waren die Kinder laut und hörten schlecht zu, befolgten die Spielregeln nicht bzw. erfanden ihre eigenen. Insgesamt brauchten die Einzelnen sehr viel Aufmerksamkeit, wodurch sich regelmäßig der Ablauf verzögerte.

Dritt-, Viert-, und Fünftklässler bildeten eine Gruppe, die alleine durch ihre Größe eine eigene Herausforderung darstellte. Die Spannbreite an körperlichen Fähigkeiten war enorm. Einige waren überfordert, andere unterfordert. Ein entwicklungsverzögertes Mädchen musste regelmäßig vor Anderen in Schutz genommen werden. Insgesamt waren die Kinder dieser Altersgruppe sehr kompetitiv und übermütig, daher machten ihnen Teamspiele viel Spaß.

In der sechsten bis achten Klasse war die Motivation vergleichsweise am geringsten. Es herrschten Spannungen zwischen Jungen und Mädchen. Einige versteckten sich zuweilen, um nicht an der Interventionseinheit teilnehmen zu müssen und des Öfteren wurden ganze Klassen von ihren Lehrern als Erziehungsmaßnahme schon früher nach Hause geschickt, wodurch die Abwesenheitsrate stieg.

Abschließend lassen sich die oben beschriebenen Erschwernisse als Variablen im Alltag mit Kindern werten. Die Intervention sollte als regelmäßige Gruppenphysiotherapie einen bedarfsgerechten Sportunterricht für das untersuchte Kollektiv simulieren. Die Intervention kommt somit der praktischen Umsetzung im chilenischen Schulalltag nahe.

5.2 Diskussion der Studienpopulation

Bereits die Ergebnisse der Caracolito I Studie ergaben Hinweise auf die nun erneut bestätigte, deutlich erhöhte Anzahl an pathologischen Werten in der Neuromotorik im Kollektiv der Kinder Andacollos. Warum erreichten die Kinder Andacollos im Schnitt nicht die

gleichen Werte wie die Schweizer Kinder? Gilt dies für ganz Chile, oder speziell für Andacollo? Das folgende Kapitel soll die möglichen Ursachen für diese Diskrepanz beleuchten.

Obwohl in früheren Studien kein Zusammenhang zwischen der ZNM-Performance und dem sozioökonomischen Status der Kinder gezeigt werden konnte (1), kommen bei der großen Diskrepanz hinsichtlich kultureller Unterschiede und des sozioökonomischen Status der Studienpopulation mit dem Normkollektiv Zweifel an der Vergleichbarkeit auf. Die Einteilung des sozioökonomischen Status der Kinder erfolgte bei beiden Kollektiven nach den Berufsangaben der Eltern. In dem Studienkollektiv Andacollos übten über 70% der Eltern einen Beruf mit niedrigem Einkommen und geringem Status aus. Im ZNM-Normkollektiv dagegen befanden sich hauptsächlich Kinder aus der Schweizer Mittelschicht, deren sozioökonomischer Status über dem des Landesdurchschnitts lag (1). Wie Cochran und Cameron in ihren jeweiligen Untersuchungen gezeigt haben, kann ein niedriger sozioökonomischer Status der Eltern mit einem schlechteren Gesundheitsstatus des Kindes vergesellschaftet sein (83, 84). In westlichen Ländern wurde bei niedrigem sozioökonomischem Status oft weniger körperliche Aktivität der Kinder, u.a. bei mangelnder Förderung, beobachtet (85). Eine Kohorten-Studie aus Südbrasilien zeigte jedoch bei benachteiligten Kindern eine höhere körperliche Aktivität (86), die aber sicherlich nicht nur mit Bewegung im Rahmen von Freizeitaktivitäten zu erklären ist.

Bei der Erhebung der Referenzwerte wurden Kinder mit einer körperlichen oder geistigen Beeinträchtigung ausgeschlossen (1). Dies war bei der „Caracolito II Studie“ nicht der Fall, zudem war die Prävalenz von Lernschwäche unter den Schülern Andacollos laut Lehrerkollegium deutlich erhöht (Quelle: Lehrer der NSR-Schule).

Ein anderes Unterscheidungsmerkmal zwischen den Schweizer Kindern und den Kindern aus Andacollo ist das höhere Durchschnittsgewicht letzterer. Der Prozentsatz an übergewichtigen Kindern ist mit knapp über 50% in Andacollo höher als in Gesamtchile (40%) (87) und der Schweiz (15-20%) (88, 89).

Als größter zu vermutender soziokultureller Unterschied dürfte das Motivationsdefizit im chilenischen Studienkollektiv gelten. Die Mehrheit der Kinder hatte bei mangelndem Bewusstsein für die Konsequenzen eines schlecht ausfallenden Testergebnisses wenig Bereitschaft, die Testaufgaben besonders gut zu absolvieren. Um den Einfluss des kulturellen Unterschiedes festzustellen werden international angewandte Untersuchungsmethoden auf ihre Kultur-Validität, d.h. die Anwendbarkeit in einem anderen Kulturkreis überprüft (90). Die Erstellung eines Normkollektivs für das jeweilige Land ist ebenfalls Teil der Kultur-Validität. So wird aktuell für den Grobmotoriktest Test of Gross

Motor Development (TGMD-2) nach bestandener kultureller Validierung ein Normkollektiv für Chile erstellt (91). Die Diskrepanzen zwischen chilenischem Studienkollektiv und dem Schweizer Referenzkollektiv der vorgestellten Studie haben allerdings keinen Einfluss auf den untersuchten Effekt der Intervention, da nur Messwerte des Studienkollektivs in Andacollo zum Vorher-Nachher-Vergleich dienten.

Hinsichtlich der Vergleichbarkeit zwischen dem Interventions- und Kontrollkollektiv wurden einige statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Kollektiven festgestellt (Tabelle 5-1). Für die relevanten Größen wurde adjustiert.

Statistisch Signifikante Unterschiede zwischen den Kollektiven	Mögliche Gründe und Bewertung
Mehr Linkshänder unter den Studienabbrechern als in der Interventionsgruppe.	Durch die niedrigen Fallzahlen in der Studienabbrechergruppe zu erklären. Kein Einfluss auf den Effekt der Intervention zu erwarten. Keine Adjustierung erfolgt.
Kinder aus der Aussteigergruppe lebten kürzer in Andacollo als die der Interventionsgruppe.	Kein Einfluss auf den Effekt der Intervention zu erwarten. Keine Adjustierung erfolgt.
In der Interventionsgruppe befanden sich mehr Mädchen als in der Kontrollgruppe.	Vermutlich dem Gruppenzwang zuzuschreiben. Adjustierung für Geschlecht erfolgte.
Verglichen mit den Interventionsteilnehmern spielten mehr Kinder der Kontrollgruppe auf der Straße.	Beim Spielverhalten waren die einzelnen Fallzahlen sehr klein. Keinen Einfluss auf den Effekt der Intervention.
Die Kinder des Interventionskollektivs waren übergewichtiger als die des Kontrollkollektivs.	Durch die Regressionsanalysen zeigte sich eine gewisse Relevanz des Gewichtes im Hinblick auf die ZNM. Jedoch muss an dieser Stelle auch auf die ungleichen Waagen verwiesen werden. Adjustierung für den BMI erfolgte.

Tabelle 5-1 Unterschiede innerhalb der Studienkollektive und mögliche Gründe

Insgesamt waren die Unterschiede zwischen den Kollektiven der Studienpopulation gering. Für Geschlecht und Gewicht (BMI) als relevanteste Faktoren wurde der zugeschriebene Effekt durch Adjustierung in den Regressionsmodellen korrigiert.

5.3 Diskussion des Einflusses der Intervention

5.3.1 ZNM-Ergebnisse

Alle Kinder haben sich bei der Abschlussuntersuchung im Vergleich zum Ausgangswert verbessert (Tabelle 4-7). Bei der Grobmotorik war die Verbesserung nur für die Untergruppe der Interventionsteilnehmer statistisch signifikant, die an mindestens 50% der Interventionseinheiten teilnahmen. Dies unterstreicht die Abhängigkeit der Grobmotorik von Übung und deren Regelmäßigkeit. Andere Interventionsstudien beschreiben ebenfalls eine post-interventionelle Besserung der Grobmotorik bei Kindern, unabhängig davon, ob die Intervention 10 Wochen (92) oder 12 Monate (85) andauerte.

Australische Wissenschaftler konnten zeigen, dass bessere grobmotorische Fähigkeiten mit einer höheren täglichen physischen Aktivität einhergehen und sich so ein Ansatzpunkt für physische Interventionen bei Schulkindern mit wenig Bewegung ergibt (93). Eine große australische Interventionsstudie setzte sich zum Ziel, Kinder aus sozio-ökonomisch schwächerem Hintergrund zu mehr physischer Aktivität zu bewegen, da diese nachweislich weniger Bewegung im Alltag haben (85). Ein systematischer Review über die Effekte von schulischen Sport-Interventionsmaßnahmen konnte einen positiven Effekt auf die Dauer der täglichen Bewegung, nicht aber auf den BMI der Kinder und Jugendlichen zeigen (94). Bessere Grobmotorik-, aber auch Feinmotorikwerte sind mit einer höheren Fitness vergesellschaftet, dies gilt auch prospektiv (95).

Wie lange der Effekt anhält und welche Komponenten der Intervention langfristige Benefits zeigen, fasste der Review von Lai 2014 zusammen. Die tägliche Bewegung der Kinder ist der am besten zu messende Endpunkt. Interventionen, die über ein Jahr anhalten und einen theoretischen Teil bzw. eine gewisse pädagogische Struktur aufweisen, erzielen die besten Outcomes (96). Eine Follow-up-Studie drei Jahre post-interventionell zeigte jedoch keinen anhaltenden positiven Effekt auf vermehrte physische Aktivität während des Tages (97).

Eine 2010 mit 13.500 Achtklässlern durchgeführte Studie zur Darstellung der Fitness chilenischer Schüler zeigte ein Defizit des Schulsportes in Chile auf (98). Es wurde jedoch nicht wie bei der Züricher Neuromotorik auf Bewegungsqualität geachtet, sondern auf Ausdauer, Kraft und Dehnbarkeit der Teilnehmer. Nur 10% der Jungen und 9% der Mädchen erlangten ein ausreichendes Testergebnis. Kinder aus höherem sozioökonomischem Hintergrund schnitten besser ab.

Ein möglicher Grund für diese Ergebnisse ist die diskutierte mangelnde Wertschätzung des Schulsports im chilenischen Schulsystem insgesamt (98). Wie Fernandez et al. in der Publikation "crisis en la educacion fisica" (übersetzt: Krise des schulischen Sportunterrichts)

beschreibt, gibt es gerade für Lehrer im Grundschulbereich (1.–8. Klasse) keine spezifische Sportlehrerausbildung. Die vorgesehene Stundenanzahl in Chile liegt bei zwei Sportstunden je Woche, die (wenn überhaupt) als Block gehalten werden. In rund 42% der Fälle fand kein Sportunterricht statt. Entweder fiel die Stunde wegen einer Festlichkeit oder der Priorisierung anderer Fächer wie Mathematik aus, oder der zuständige Lehrer war abwesend. Sportlehrer wurden selten vertreten. Sportunterricht an den untersuchten Schulen bestand üblicherweise aus undifferenzierten Übungen. Die Kinder wurden nicht altersgerecht gefordert und meist wurden in einer 90-Minuten Unterrichtseinheit nur 20 Minuten Sport getrieben (99). Die Empfehlungen für Grundschulkinder liegen allerdings bei 60 Minuten moderaten bis lebhaften sportlichen Übungen pro Tag (100).

In der Abschlussuntersuchung der Feinmotorik war die Kontrollgruppe gering, aber statistisch signifikant besser als die Interventionsgruppen. Hier zeigt sich die Übungsunabhängigkeit der Feinmotorik gegenüber der Gesamt- und Grobmotorik. Es gibt keine großen Interventionsstudien zur Verbesserung der Feinmotorik bei gesunden Schulkindern. Bitter et al. zeigte bei Erwachsenen eine Verbesserung der Feinmotorik nach gezielten Sinneswahrnehmungsübungen (101). Die Einflussfaktoren sind ebenfalls weniger intensiv untersucht als bei der Grobmotorik. In der Literatur konnten Gentier et al. einen Zusammenhang zwischen Übergewicht und einer im Vergleich mit Normalgewichtigen schlechteren Performance bei Teilaspekten der Feinmotorik (Geschicklichkeit der Hände und Genauigkeit) zeigen (102), bei Woll et al. ergab sich aus einer großen Studie mit 4.519 Kindern zwischen 4 und 17 Jahren allerdings kein signifikanter Unterschied (103). Interessant ist, dass für die Feinmotorik eine Verbesserung unter Stress gezeigt werden konnte und diese mit dem Anstieg von Testosteron korrelierte (104). Unterschiede könnten also auch durch die individuelle Stressreaktion beeinflusst sein. Eine positive Korrelation zwischen Feinmotorik-Skills von Kindern, besonders die der räumlich-visuellen Integration, sowie Mathematik- und Schreib-Performance nach Adjustierung für Intelligenz-Quotient und Geschlecht (105) spricht ebenfalls für interindividuelle Unterschiede und Begabungen.

Bei der Beurteilung der zweiten ZNM-Auswertung stellt sich die Frage nach dem Einfluss der persönlichen Bindung über die Zeit von mehreren Monaten. Die Schüler beider Schulen kannten den Ablauf der Untersuchung bereits und hatten insbesondere auch durch die Interventionsstunden eine gewisse Bindung an die Untersucher aufgebaut, wodurch sich die Motivation steigerte. So wäre auch die Verbesserung beim Interventionskollektiv auch durch eine höhere Motivation der Kinder den Untersuchern zu gefallen zu erklären. Umgekehrt könnte auch das Bias bei den Untersuchern gelegen haben, die die Kinder über die Zeit der Intervention lieb gewonnen haben.

Die signifikant höhere Prävalenz der pathologischen Werte bei der Grobmotorik in der Ausgangsuntersuchung in der Kontrollgruppe (81% vs. 60%; $p_{\text{Chi}^2}=0,007$) könnte ebenfalls, aufgrund eines Motivationsunterschieds entstanden sein, wenn man von einer Enttäuschung der Kinder ausgeht, nicht im Interventionskollektiv zu sein. Dies hatte aufgrund des Vorher-Nachher-Vergleiches keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Intervention.

5.3.2 Einfluss der potentiellen Störgrößen auf den Effekt der Intervention

Die verwendeten Confounder bei den linearen und logistischen Regressionsmodellen waren Gruppenzugehörigkeit, Ausgangswert, Geschlecht und Gewicht. Die Motivation als Variable wurde nicht dokumentiert und konnte somit nicht als Confounder beurteilt werden. Dass der Ausgangswert den höchsten Einfluss auf das Re-Testergebnis aufwies, ist im Sinne der Wiederholungsreliabilität zu werten. Der Einfluss des Geschlechts war eher gering im Vergleich zu dem des Gewichts.

Mädchen hatten bei ihren doch anderen physischen Voraussetzungen einen leicht negativen Prädiktionswert. So wurde auch in vorhergehenden Studien über die Züricher Neuromotorik über einen insgesamt geringen Einfluss der Geschlechtszugehörigkeit berichtet, der für beide Geschlechter bei den verschiedenen Testkomponenten unterschiedlich ausfiel. Jungen waren bei Schnelligkeitsübungen besser, Mädchen dagegen zeigten im Schnitt eine höhere Qualität in ihren Bewegungen (1). Der Vorteil der Mädchen bei der Feinmotorik wurde auch für andere neuromotorische Tests gezeigt (30). Bei Kindern zwischen 2 und 4 Jahren haben Geschlecht und Gewicht keinen signifikanten Einfluss auf die ZNM-Performance (26). Das Einsetzen der Pubertät spielt bei den Geschlechtsunterschieden bei der Grobmotorik eine Rolle. Jungen entwickeln vergleichsweise mehr Muskelmasse und sind besonders bei Kraft und Balance im Vorteil (106).

Ein zu hohes Gewicht wirkte sich besonders bei der Grobmotorik negativ aus. Übergewicht ist oft mit schlechter Kondition vergesellschaftet und somit hinderlich bei geschwindigkeitsabhängigen Aufgaben sowie bei Sprungübungen (27). Auf Feinmotorik und Mitbewegungen, also Aufgaben bei denen es um Qualität und nicht vornehmlich um Geschwindigkeit geht, hat ein erhöhtes Gewicht hingegen einen geringen Einfluss (107). Eine in Santiago de Chile an 668 Grundschulern durchgeführte Studie konnte zeigen, dass Übergewicht bei Schulanfängern statistisch signifikant schlechtere Gesamtmotorik-Werte im Verlauf vorhersagen kann, jedoch eine schlechtere motorische Leistung in diesem Alter das Risiko von Übergewicht nicht signifikant erhöht (108).

Sportunterricht sowie eine aktive Gestaltung der Theoriestunden in der Schule bringen nicht nur den Nutzen einer verbesserten Fitness und Geschicklichkeit der Kinder, sondern sind auch statistisch signifikant mit besseren akademischen Leistungen und einem geringeren BMI vergesellschaftet (109-112).

Eine Studie der INTA (Institut für Ernährung und Lebensmittel-Technologie in Chile) maß neben der Sportlichkeit auch den Body-Mass-Index der 14-jährigen Chilenen (Abbildung 5-2). Bei Jungen und Mädchen war ein hoher Anteil (38-43%) übergewichtig (98). Die Verteilung des Übergewichts schien von Geschlecht, geografischem Standort und dem sozioökonomischen Status abzuhängen. Das Review von Dinsa et al. zeigte nun auch für Länder mittleren Einkommens einen positiven Zusammenhang von niedrigem sozioökonomischem Status und Übergewicht bei Frauen (113). Dies konnte 2004 auch für Chile gezeigt werden (114). Bei Kindern scheint im internationalen Vergleich des Reviews weiterhin zu gelten, dass Übergewicht in Ländern niedrigen und mittleren Einkommens mit einem höheren sozioökonomischen Status vergesellschaftet ist. Der Artikel von Atalah et al. beschäftigt sich mit Chiles einzigartiger ökonomischer Position und der Prävalenz von Übergewicht. Bei Grundschulkindern liegt die Prävalenz bei 22,1%, der sozioökonomische Einfluss wird als gering beschrieben (115).

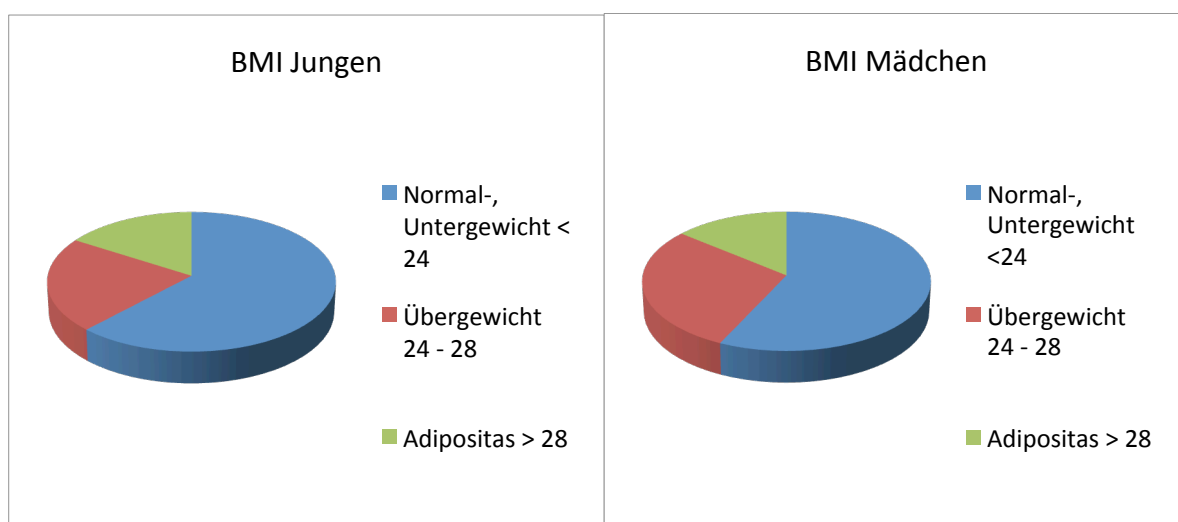


Abbildung 5-2 Verteilung Normal-/Unter-, Über- und großes Übergewicht bei chilenischen Jungen und Mädchen der 8. Klasse (Quelle: (98))

Zusammenfassend lässt sich bei sehr guter Wirkung einer kurzen Intervention die Wichtigkeit der Implementierung von Schulunterricht in Andacollo und anderen Teilen Chiles ableiten.

6 Ausblick

Die Ergebnisse der Studie „Caracolito II“ zeigen, dass Kinder aus Andacollo einen Nutzen aus der physiotherapeutischen Intervention ziehen konnten. Speziell eine Verbesserung der Grobmotorik konnte nach regelmäßigen Übungseinheiten nachgewiesen werden.

Die im Rahmen der „Caracolito II“ Studie durch Fragebögen erhobenen Daten zum Kontakt der Kinder mit Quecksilber werden im Zusammenhang mit dem Auftreten von pathologischen ZNM-Werten in einer anderen Dissertation untersucht (in Vorbereitung). Um die Dauer des Effektes der Intervention zu überprüfen wäre eine Follow-up-Studie in Andacollo denkbar.

Um Lehrer und Kinder der Schulen Andacollos nach Abschluss der „Caracolito II“ Studie weiter zu ermutigen, regelmäßigen Sportunterricht abzuhalten, wurden den Lehrern beider teilnehmenden Schulen Empfehlungen und eine Beschreibung des Interventions-Konzeptes mit Vorschlägen zur Weiterführung der Sportsstunden (Anhang 9.6) übermittelt.

Um die regelrechte Umsetzung und weitere Verbesserung des Schulsports in Chile auf nationaler Ebene zu unterstützen, ist es wichtig den positiven Effekt der Intervention auch in Chile zu publizieren, und dies umso mehr, da seit 2011 eine vermehrte Aufmerksamkeit auf diesem Gebiet liegt. Auf nationaler Ebene soll der Sportunterricht in Schulen vermehrt gefördert werden. Die vor zehn Jahren eingeführten Reformen haben, wie ein nationaler Sporttest Anfang 2011 zeigte, das anvisierte Ziel nicht erreicht (98). Es reiche nicht, lediglich die Anzahl der Sportstunden in den Schulen zu erhöhen – wie ein Sprecher des IND (116) ausführt; vielmehr soll es auch zur Priorität gemacht werden, in Zukunft sportliche Wettkämpfe in Schulen, Universitäten und Kommunen zu fördern und einzurichten.

7 Zusammenfassung

Die vorgestellte Interventionsstudie hatte zum Ziel, den Einfluss einer physiotherapeutischen Intervention auf das Ergebnis des Züricher-Neuromotorik-Tests von Schülern zweier Grundschulen in Andacollo im ländlichen Chile zu untersuchen. An beiden öffentlichen Schulen wird bis dato kein regelmäßiger Sportunterricht durchgeführt.

2010 wurden 174 (Response=29%) Grundschüler zwischen 5 und 15 Jahren aus der Luis Cruz Martinez Schule und der Nuestra Señora del Rosario Schule rekrutiert. Mit Hilfe eines Fragebogens und der Erhebung des Body-Mass-Index wurden Kontroll- (N=74) und Interventionsgruppe (N=75) auf ihre Vergleichbarkeit geprüft. Die Züricher Neuromotorik wurde in beiden Gruppen vor und nach Durchführung der sechswöchigen Intervention erhoben. Die Intervention an der Nuestra Señora del Rosario Schule bestand aus zwei Übungsstunden pro Woche; es wurden vor allem Grobmotorik- und Balanceelemente geübt, die jedoch nicht Aufgaben des ZNM-Tests entsprachen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test und Varianzanalysen sowie mittels Mann-Whitney-U-Tests und adjustierten Regressionsmodellen zur Quantifizierung des Effektes der Intervention.

Die beiden Kollektive erwiesen sich als untereinander vergleichbar. Alle Kinder zeigten eine Verbesserung ihrer ZNM-Werte bei der Abschlussuntersuchung im Vergleich zur Ausgangsuntersuchung. Die größte Steigerung in allen Kollektiven war bei der Grobmotorik zu sehen. Das Interventionskollektiv zeigte statistisch signifikante Verbesserungen bei der Gesamt-Motorik gegenüber der Kontrollgruppe. Für die Grobmotorik war nur die Verbesserung der Leistung in der Untergruppe der Kinder, die an mehr als 50% der Intervention teilnahmen, signifikant besser als das Kontrollkollektiv. Das Confounder adjustierte logistische Regressionsmodell bestätigte bei den Kindern der 50%-Anwesenheitsgruppe einen positiven Effekt der Intervention auf die Grobmotorik (Odds Ratio=0,39; 95%-Konfidenzintervall=0,16-0,95).

Unter Betracht von Einflussgrößen wie Geschlecht und BMI sowie unter Kenntnisnahme der physikalischen und kulturellen Grundvoraussetzungen der Studie konnte eine signifikante Verbesserung im Bereich der Grobmotorik schon nach sechs Wochen nachgewiesen werden. Das Einrichten eines regelmäßigen Sportunterrichts ist in Anbetracht der Wichtigkeit der neuromotorischen Entwicklung für die untersuchten Grundschulkinder Andacollos zu empfehlen.

8 Literaturverzeichnis

1. Largo RH, Fischer JE, Rousson V. Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: developmental course and variability. *Swiss Med Wkly*. 2003;133(13-14):193-9.
2. Noritz GH, Murphy NA. Motor delays: early identification and evaluation. *Pediatrics*. 2013;131(6):e2016-27.
3. Gibbs J, Appleton J, Appleton R. Dyspraxia or developmental coordination disorder? Unravelling the enigma. *Arch Dis Child*. 2007;92(6):534-9.
4. Poblano A, Luna B, Reynoso C. Differential motor alterations in children with three types of attention deficit hyperactivity disorder. *Arq Neuropsiquiatr*. 2014;72(11):856-61.
5. Kaiser ML, Schoemaker MM, Albaret JM, Geuze RH. What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature: *Res Dev Disabil*. 2014 Nov 6;36C:338-357. doi: 10.1016/j.ridd.2014.09.023.
6. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Developmental medicine and child neurology*. 2000;42(12):816-24.
7. Filipovic Pierucci A, Mariotti C, Panzeri M, Giunti P, Boesch S, Schulz JB, et al. Quantifiable evaluation of cerebellar signs in children. *Neurology*. 2015;84(12):1225-32.
8. Rueckriegel SM, Blankenburg F, Henze G, Baque H, Driever PH. Loss of fine motor function correlates with ataxia and decline of cognition in cerebellar tumor survivors. *Pediatr Blood Cancer*. 2009;53(3):424-31.
9. Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review. *Disabil Rehabil*. 2014;36(8):617-27.
10. Bejerot S, Humble MB. Childhood clumsiness and peer victimization: a case-control study of psychiatric patients. *BMC Psychiatry*. 2013;13(68):13-68.
11. Bejerot S, Edgar J, Humble MB. Poor performance in physical education - a risk factor for bully victimization. A case-control study. *Acta Paediatr*. 2011;100(3):413-9.
12. Peters LH, Maathuis KG, Kouw E, Hamming M, Hadders-Algra M. Test-retest, inter-assessor and intra-assessor reliability of the modified Touwen examination. *Eur J Paediatr Neurol*. 2008;12(4):328-33.
13. Venetsanou F, Kambas A, Ellinoudis T, Fatouros I, Giannakidou D, Kourtessis T. Can the movement assessment battery for children-test be the "gold standard" for the motor assessment of children with Developmental Coordination Disorder? *Res Dev Disabil*. 2011;32(1):1-10.
14. Yoon DY, Scott K, Hill MN, Levitt NS, Lambert EV. Review of three tests of motor proficiency in children. *Percept Mot Skills*. 2006;102(2):543-51.
15. Rousson V, Gasser T, Caflisch J, Largo R. Reliability of the Zurich Neuromotor Assessment. *Clin Neuropsychol*. 2008;22(1):60-72.
16. Largo RH, Caflisch JA, Hug F, Muggli K, Molnar AA, Molinari L, et al. Neuromotor development from 5 to 18 years. Part 1: timed performance. *Dev Med Child Neurol*. 2001;43(7):436-43.
17. Kakebeeke TH, Caflisch J, Chaouch A, Rousson V, Largo RH, Jenni OG. Neuromotor development in children. Part 3: motor performance in 3- to 5-year-olds. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(3):248-56.
18. Werry JS, Aman MG. The reliability and diagnostic validity of the physical and neurological examination for soft signs (PANESS). *J Autism Child Schizophr*. 1976;6(3):253-62.

19. Vitiello B, Ricciuti AJ, Stoff DM, Behar D, Denckla MB. Reliability of subtle (soft) neurological signs in children. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1989;28(5):749-53.
20. Valentini NC, Ramalho MH, Oliveira MA. Movement assessment battery for children-2: translation, reliability, and validity for Brazilian children. *Res Dev Disabil*. 2014;35(3):733-40.
21. Niemeijer AS, van Waelvelde H, Smits-Engelsman BC. Crossing the North Sea seems to make DCD disappear: cross-validation of Movement Assessment Battery for Children-2 norms. *Hum Mov Sci*. 2015;39:177-88.
22. Wuang YP, Su CY. Reliability and responsiveness of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-Second Edition in children with intellectual disability. *Res Dev Disabil*. 2009;30(5):847-55.
23. Deitz JC, Kartin D, Kopp K. Review of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). *Physical & occupational therapy in pediatrics*. 2007;27(4):87-102.
24. Jenni OG, Chaouch A, Locatelli I, Thoeni I, Diezi M, Werner H, et al. Intra-individual stability of neuromotor tasks from 6 to 18 years: a longitudinal study. *Hum Mov Sci*. 2011;30(6):1272-82.
25. Krombholz H. The impact of a 20-month physical activity intervention in child care centers on motor performance and weight in overweight and healthy-weight preschool children. *Percept Mot Skills*. 2012;115(3):919-32.
26. Bonvin A, Barral J, Kakebeeke TH, Kriemler S, Longchamp A, Marques-Vidal P, et al. Weight status and gender-related differences in motor skills and in child care - based physical activity in young children. *BMC Pediatr*. 2012;12(23):1471-2431.
27. D'Hondt E, Deforche B, Vaeyens R, Vandorpe B, Vandendriessche J, Pion J, et al. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*. 2011;6(2-2):25.
28. Nemet D, Geva D, Eliakim A. Health promotion intervention in low socioeconomic kindergarten children. *J Pediatr*. 2011;158(5):796-801.
29. Lubans DR, Morgan PJ, Weaver K, Callister R, Dewar DL, Costigan SA, et al. Rationale and study protocol for the supporting children's outcomes using rewards, exercise and skills (SCORES) group randomized controlled trial: a physical activity and fundamental movement skills intervention for primary schools in low-income communities. *BMC Public Health*. 2012;12(427):1471-2458.
30. Morley D, Till K, Ogilvie P, Turner G. Influences of gender and socioeconomic status on the motor proficiency of children in the UK. *Hum Mov Sci*. 2015;44:150-6.
31. McPhillips M, Jordan-Black JA. The effect of social disadvantage on motor development in young children: a comparative study. *J Child Psychol Psychiatry*. 2007;48(12):1214-22.
32. Wake M, Hardy P, Canterford L, Sawyer M, Carlin JB. Overweight, obesity and girth of Australian preschoolers: prevalence and socio-economic correlates. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(7):1044-51.
33. Costa de Oliveira Forkert E, de Moraes AC, Carvalho HB, Kafatos A, Manios Y, Sjostrom M, et al. Abdominal obesity and its association with socioeconomic factors among adolescents from different living environments. *Pediatr Obes*. 2016.
34. Buitrago-Lopez A, van den Hooven EH, Rueda-Clausen CF, Serrano N, Ruiz AJ, Pereira MA, et al. Socioeconomic status is positively associated with measures of adiposity and insulin resistance, but inversely associated with dyslipidaemia in Colombian children. *Journal of epidemiology and community health*. 2015;69(6):580-7.
35. Cameron AJ, Ball K, Hesketh KD, McNaughton SA, Salmon J, Crawford DA, et al. Variation in outcomes of the Melbourne Infant, Feeding, Activity and Nutrition Trial (InFANT) Program according to maternal education and age. *Prev Med*. 2014;58:58-63.

36. Orton S, Jones LL, Cooper S, Lewis S, Coleman T. Predictors of children's secondhand smoke exposure at home: a systematic review and narrative synthesis of the evidence. *PLoS One*. 2014;9(11):e112690.
37. Yeramaneeni S, Dietrich KN, Yolton K, Parsons PJ, Aldous KM, Haynes EN. Secondhand Tobacco Smoke Exposure and Neuromotor Function in Rural Children. *J Pediatr*. 2015;13(15):00261-9.
38. Bernhoft RA. Mercury toxicity and treatment: a review of the literature. *J Environ Public Health*. 2012;460508(10):22.
39. Bose-O'Reilly S, McCarty KM, Steckling N, Lettmeier B. Mercury exposure and children's health. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2010;40(8):186-215.
40. Counter SA, Buchanan LH. Mercury exposure in children: a review. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004;198(2):209-30.
41. Mergler D, Anderson HA, Chan LH, Mahaffey KR, Murray M, Sakamoto M, et al. Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. *Ambio*. 2007;36(1):3-11.
42. Karagas MR, Choi AL, Oken E, Horvat M, Schoeny R, Kamai E, et al. Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. *Environ Health Perspect*. 2012;120(6):799-806.
43. Hong YS, Kim YM, Lee KE. Methylmercury exposure and health effects. *J Prev Med Public Health*. 2012;45(6):353-63.
44. Davidson PW, Myers GJ, Cox C, Axtell C, Shamlaye C, Sloane-Reeves J, et al. Effects of prenatal and postnatal methylmercury exposure from fish consumption on neurodevelopment: outcomes at 66 months of age in the Seychelles Child Development Study. *Jama*. 1998;280(8):701-7.
45. Crump KS, Kjellstrom T, Shipp AM, Silvers A, Stewart A. Influence of prenatal mercury exposure upon scholastic and psychological test performance: benchmark analysis of a New Zealand cohort. *Risk Anal*. 1998;18(6):701-13.
46. Boucher O, Muckle G, Ayotte P, Dewailly E, Jacobson SW, Jacobson JL. Altered fine motor function at school age in Inuit children exposed to PCBs, methylmercury, and lead. *Environment international*. 2016;95:144-51.
47. Bose-O'Reilly S, Drasch G, Beinhoff C, Rodrigues-Filho S, Roider G, Lettmeier B, et al. Health assessment of artisanal gold miners in Indonesia. *Sci Total Environ*. 2010;408(4):713-25.
48. Bose-O'Reilly S, Drasch G, Beinhoff C, Tesha A, Drasch K, Roider G, et al. Health assessment of artisanal gold miners in Tanzania. *Sci Total Environ*. 2010;408(4):796-805.
49. Bose-O'Reilly S, Lettmeier B, Gothe RM, Beinhoff C, Siebert U, Drasch G. Mercury as a serious health hazard for children in gold mining areas. *Environ Res*. 2008;107(1):89-97.
50. Gibb H, O'Leary KG. Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining community: a comprehensive review. *Environmental health perspectives*. 2014;122(7):667-72.
51. Zask A, Barnett LM, Rose L, Brooks LO, Molyneux M, Hughes D, et al. Three year follow-up of an early childhood intervention: is movement skill sustained? *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9(127):1479-5868.
52. Lopes VP, Rodrigues LP, Maia JA, Malina RM. Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(5):663-9.
53. Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, et al. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;7(12).
54. Morgan PJ, Saunders KL, Lubans DR. Improving physical self-perception in adolescent boys from disadvantaged schools: psychological outcomes from the Physical Activity Leaders randomized controlled trial. *Pediatr Obes*. 2012;7(3):2047-6310.

55. Flynn MA, McNeil DA, Maloff B, Mutasingwa D, Wu M, Ford C, et al. Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with 'best practice' recommendations. *Obes Rev.* 2006;1:7-66.
56. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental medicine and child neurology.* 2013;55(10):885-910.
57. Canihuante G, . Town choking on mining's side effects. *Latinamerica Press.* 2010.
58. Herrera R, Radon K, von Ehrenstein OS, Cifuentes S, Munoz DM, Berger U. Proximity to mining industry and respiratory diseases in children in a community in Northern Chile: A cross-sectional study. *Environmental health : a global access science source.* 2016;15(1):66.
59. Cordy P, Veiga M, Crawford B, Garcia O, Gonzalez V, Moraga D, et al. Characterization, mapping, and mitigation of mercury vapour emissions from artisanal mining gold shops. *Environ Res.* 2013;28(13):00035-2.
60. Ohlander J, Huber SM, Schomaker M, Heumann C, Schierl R, Michalke B, et al. Mercury and neuromotor function among children in a rural town in Chile. *International journal of occupational and environmental health.* 2016;22(1):27-35.
61. Leiva Plaza B, Inzunza Brito N, Perez Torrejon H, Castro Gloor V, Jansana Medina JM, Toro Diaz T, et al. [The impact of malnutrition on brain development, intelligence and school work performance]. *Arch Latinoam Nutr.* 2001;51(1):64-71.
62. Stella Huber JO, Michael Schomaker, Christian Heumann, Rudolf Schierl, Bernhard Michalke, Oskar Jenni, Jon Cafilisch, Daniel Moraga Muñoz, Ondine S. von Ehrenstein, Katja Radon. Mercury exposure and well-being of children in a rural mining town in northern Chile: Study design and initial results. *Dissertation in progress.* 2012.
63. Burney P. The European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J.* 1994;7(5):p. 954-60.
64. European Community Respiratory Health Survey (ECRHS) Questionario Principal ECHRS II (Internet). Abgerufen: 09.08.13; Verfügbar unter: <http://www.ecrhs.org/Quests/ ECRHSIImainquestionnaire.pdf>.
65. Frenz P, Vega J, Marchetti N, Torres J, Kopplin E, et al. (1997) Exposición crónica a plomo ambiental en lactantes chilenos. *Rev Méd Chile* 125: 1137– 1144.
66. Global Mercury Project (Internet). Abgerufen: 09.08.13; Verfügbar unter: http://www.unites.uqam.ca/gmf/intranet/ gmp/front_page.htm.
67. Encuesta mundial de salud a escolares. Global school-based student health survey (GSHS). Abgerufen: 09.08.13; Verfügbar unter: <http://www.who.int/chp/gshs/es>.
68. Atalah Samur E, Loaiza S, Taibo M. [Nutritional status in Chilean school children according to NCHS and WHO 2007 reference]. *Nutr Hosp.* 2012;27(1):1-6.
69. Polo-Oteyza E, Ancira-Moreno M, Rosel-Pech C, Sanchez-Mendoza MT, Salinas-Martinez V, Vadillo-Ortega F. An intervention to promote physical activity in Mexican elementary school students: building public policy to prevent noncommunicable diseases. *Nutrition reviews.* 2017;75(suppl 1):70-8.
70. Lawlor DA, Kipping RR, Anderson EL, Howe LD, Chittleborough CR, Moure-Fernandez A, et al. Public Health Research. Active for Life Year 5: a cluster randomised controlled trial of a primary school-based intervention to increase levels of physical activity, decrease sedentary behaviour and improve diet. *Southampton (UK): NIHR Journals Library* 2016.
71. Martin R, Murtagh E. Active Classrooms: A Cluster Randomised Controlled Trial Evaluating the Effects of a Movement Integration Intervention on the Physical Activity Levels of Primary School Children. *J Phys Act Health.* 2016:1-38.
72. Du B, Li P, Feng X, Qiu G, Zhou J, Maurice L. Mercury Exposure in Children of the Wanshan Mercury Mining Area, Guizhou, China. *International journal of environmental research and public health.* 2016;13(11).
73. Charles E, Thomas DS, Dewey D, Davey M, Ngallaba SE, Konje E. A cross-sectional survey on knowledge and perceptions of health risks associated with arsenic and

- mercury contamination from artisanal gold mining in Tanzania. *BMC public health*. 2013;13:74.
74. Camacho A, Van Brussel E, Carrizales L, Flores-Ramirez R, Verduzco B, Huerta SR, et al. Mercury Mining in Mexico: I. Community Engagement to Improve Health Outcomes from Artisanal Mining. *Annals of global health*. 2016;82(1):149-55.
 75. Michael G. Miller JJH, Mark D. Ricard, Christopher C. Cheatham, and Timothy J. Michael. the effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine* 2006;5:459 - 65.
 76. Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;28(2).
 77. McKee G, Bannon J, Kerins M, FitzGerald G. Changes in diet, exercise and stress behaviours using the stages of change model in cardiac rehabilitation patients. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2007;6(3):233-40.
 78. Cronholm F, Rosengren BE, Karlsson C, Karlsson MK. A Physical Activity Intervention Program in School is Also Accompanied by Higher Leisure-Time Physical Activity - a Prospective Controlled 3-Year Study in 194 Prepubertal Children. *J Phys Act Health*. 2016:1-21.
 79. Hung WW, Pang MY. Effects of group-based versus individual-based exercise training on motor performance in children with developmental coordination disorder: a randomized controlled study. *J Rehabil Med*. 2010;42(2):122-8.
 80. Higgins J, Salbach NM, Wood-Dauphinee S, Richards CL, Cote R, Mayo NE. The effect of a task-oriented intervention on arm function in people with stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2006;20(4):296-310.
 81. Desrosiers J, Bourbonnais D, Corriveau H, Gosselin S, Bravo G. Effectiveness of unilateral and symmetrical bilateral task training for arm during the subacute phase after stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2005;19(6):581-93.
 82. Tinderholt Myrhaug H, Ostensjo S, Larun L, Odgaard-Jensen J, Jahnsen R. Intensive training of motor function and functional skills among young children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *BMC pediatrics*. 2014;14:292.
 83. Cochrane SH, Leslie J, O'Hara DJ. Parental education and child health: intracountry evidence. *Health Policy Educ*. 1982;2(3-4):213-50.
 84. Cameron L, Williams J. Is the relationship between socioeconomic status and health stronger for older children in developing countries? *Demography*. 2009;46(2):303-24.
 85. Cohen KE, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Callister R, Lubans DR. Physical activity and skills intervention: SCORES cluster randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(4):765-74.
 86. Knuth AG, Silva IC, van Hees VT, Cordeira K, Matijasevich A, Barros AJ, et al. Objectively-measured physical activity in children is influenced by social indicators rather than biological lifecourse factors: Evidence from a Brazilian cohort. *Prev Med*. 2016.
 87. Liberona Y, Castillo O, Engler V, Villarroel L, Rozowski J. Nutritional profile of schoolchildren from different socio-economic levels in Santiago, Chile. *Public Health Nutr*. 2011;14(1):142-9.
 88. Aeberli I, Ammann RS, Knabenhans M, Molinari L, Zimmermann MB. Decrease in the prevalence of paediatric adiposity in Switzerland from 2002 to 2007. *Public Health Nutr*. 2010;13(6):806-11.
 89. Zimmermann MB, Gubeli C, Puntener C, Molinari L. Overweight and obesity in 6-12 year old children in Switzerland. *Swiss Med Wkly*. 2004;134(35-36):523-8.
 90. Stevelink SA, van Brakel WH. The cross-cultural equivalence of participation instruments: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2013;35(15):1256-68.
 91. Cano-Cappellacci M, Leyton FA, Carreno JD. Content validity and reliability of test of gross motor development in Chilean children. *Revista de saude publica*. 2015;49.
 92. Thornton A, Licari M, Reid S, Armstrong J, Fallows R, Elliott C. Cognitive Orientation to (Daily) Occupational Performance intervention leads to improvements in

- impairments, activity and participation in children with Developmental Coordination Disorder. *Disabil Rehabil.* 2016;38(10):979-86.
93. Cohen KE, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Callister R, Lubans DR. Fundamental movement skills and physical activity among children living in low-income communities: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014;11(1):49.
 94. Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2:CD007651.
 95. Vlahov E, Baghurst TM, Mwavita M. Preschool motor development predicting high school health-related physical fitness: a prospective study. *Percept Mot Skills.* 2014;119(1):279-91.
 96. Lai SK, Costigan SA, Morgan PJ, Lubans DR, Stodden DF, Salmon J, et al. Do school-based interventions focusing on physical activity, fitness, or fundamental movement skill competency produce a sustained impact in these outcomes in children and adolescents? A systematic review of follow-up studies. *Sports Med.* 2014;44(1):67-79.
 97. Barnett LM, Zask A, Rose L, Hughes D, Adams J. Three-year follow-up of an early childhood intervention: what about physical activity and weight status? *J Phys Act Health.* 2015;12(3):319-21.
 98. Alumnos reprobaron Simce de Educación Física 2011 (Internet). Abgerufen: 24.08.11; Verfügbar unter: http://www.bcn.cl/come_inteligente/alumnos_reprobaron_simce_educacion_fisica.
 99. Fernandez M, Muñoz A, Lobos J. Crisis en la educacion fisica. *El Mercurio (Santiago de Chile).* Tageszeitung 10.03.2011.
 100. Jekauc D, Reimers AK, Wagner MO, Woll A. Prevalence and socio-demographic correlates of the compliance with the physical activity guidelines in children and adolescents in Germany. *BMC Public Health.* 2012;12(714):1471-2458.
 101. Bitter F, Hillier S, Civetta L. Change in dexterity with sensory awareness training: a randomised controlled trial. *Percept Mot Skills.* 2011;112(3):783-98.
 102. Gentier I, D'Hondt E, Shultz S, Deforche B, Augustijn M, Hoorne S, et al. Fine and gross motor skills differ between healthy-weight and obese children. *Res Dev Disabil.* 2013;34(11):4043-51.
 103. Woll A, Worth A, Mundermann A, Holling H, Jekauc D, Bos K. Age- and sex-dependent disparity in physical fitness between obese and normal weight children and adolescents. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(1):48-55.
 104. Wegner M, Koedijker JM, Budde H. The effect of acute exercise and psychosocial stress on fine motor skills and testosterone concentration in the saliva of high school students. *PLoS One.* 2014;9(3):e92953.
 105. Carlson AG, Rowe E, Curby TW. Disentangling fine motor skills' relations to academic achievement: the relative contributions of visual-spatial integration and visual-motor coordination. *J Genet Psychol.* 2013;174(5-6):514-33.
 106. Katic R, Pavic R, Cavala M. Quantitative sex differentiations of motor abilities in children aged 11-14. *Coll Antropol.* 2013;37(1):81-6.
 107. Castetbon K, Andreyeva T. Obesity and motor skills among 4 to 6-year-old children in the United States: nationally-representative surveys. *BMC Pediatr.* 2012;12(28):1471-2431.
 108. Cheng J, East P, Blanco E, Sim EK, Castillo M, Lozoff B, et al. Obesity leads to declines in motor skills across childhood. *Child: care, health and development.* 2016;42(3):343-50.
 109. Singh A, Uijtendwilligen L, Twisk JW, van Mechelen W, Chinapaw MJ. Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2012;166(1):49-55.
 110. Kantomaa MT, Stamatakis E, Kankaanpää A, Kaakinen M, Rodriguez A, Taanila A, et al. Physical activity and obesity mediate the association between childhood motor function and adolescents' academic achievement. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2013;110(5):1917-22.

111. Donnelly JE, Lambourne K. Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Prev Med.* 2011;52(1):31.
112. Datar A, Sturm R. Physical education in elementary school and body mass index: evidence from the early childhood longitudinal study. *Am J Public Health.* 2004;94(9):1501-6.
113. Dinsa GD, Goryakin Y, Fumagalli E, Suhrcke M. Obesity and socioeconomic status in developing countries: a systematic review. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity.* 2012;13(11):1067-79.
114. Monteiro CA, Moura EC, Conde WL, Popkin BM. Socioeconomic status and obesity in adult populations of developing countries: a review. *Bulletin of the World Health Organization.* 2004;82(12):940-6.
115. Atalah E, Amigo H, Bustos P. Does Chile's nutritional situation constitute a double burden? *The American journal of clinical nutrition.* 2014;100(6):1623s-7s.
116. Política nacional instituto nacional de deportes (Internet). Abgerufen: 24.08.11; Verfügbar unter: <http://www.ind.cl/quienes-somos/politica-nacional>.

9 Anhang

9.1 Informations- und Teilnahmebögen, spanisch

Universidad Católica del Norte **CARACOLITO** - Cargas ambientales y bienestar de los Niños de Andacollo

Prof. Dr. Daniel Moraga

Prof. Dr. Daniel Moraga

Tel: 51-209825

Unidad de Fisiología, Departamento de Ciencias Biomédicas
Facultad de Medicina, Universidad Católica del Norte
Larrondo 1281, Guayacán, P.O. Box 117 Coquimbo, Chile
Tel: 51-209825; Fax: 51-209853

E-Mail: moraga@ucn.cl

Prof. Dr. Katja Radon

Unidad de Epidemiología Ocupacional y Ambiental & Net Teaching

Instituto y Policlínica de Salud Ocupacional, Social y Medio Ambiental

Centro Clínico de la Universidad de Munich

Tel: +49-89-5160-2485; Fax: +49-89-5160-4954

E-Mail: Katja.Radon@med.1mu.de



Información para los padres

Estimado padre (ó apoderado), el equipo de trabajo del proyecto Caracolito, está invitando a su hijo (a) junto a otros niños, a participar en una investigación sobre la posible vinculación entre el medioambiente y la salud. Para que usted pueda conocer mejor este proyecto (ó estudio) hemos preparado la siguiente información:

1. ¿Cual es el nombre del estudio en el cual mi hijo participará?

El nombre del estudio es "Caracolito II: Cargas ambientales y bienestar de los Niños de Andacollo - intervención".

2. ¿En qué consiste el estudio?

Es un estudio, que permitirá obtener información científica sobre la posible vinculación de factores ambientales con la salud de los niños en Andacollo. En este estudio serán invitados a participar, todos los niños de Primero a Octavo año básico de los colegios Luis Cruz Martínez y Nuestra Señora del Rosario de Andacollo. Es importante destacar que el participar en este estudio, no significa necesariamente que su hijo este enfermo ó tenga algún problema de salud. El estudio requiere que usted firme un consentimiento informado y que su hijo firme un asentimiento autorizando la participación en este estudio. Los resultados de este estudio podrán indicar el

Índice de masa corporal (IMC) de su hijo, los niveles de mercurio (azogue) en su cuerpo y su estado neuromuscular.

3. Propósito del proyecto. ¿Qué es lo que queremos lograr?

Ha sido demostrado que los metales pesados presentes en el ambiente –como el mercurio– podrían retrasar el desarrollo de los niños y afectar el funcionamiento del sistema nervioso en las personas. Los coordinadores de éste estudio, somos un grupo de investigación de la Universidad Católica del Norte en Coquimbo (Dr. Daniel Moraga) y de la Universidad Ludwig - Maximilian en Múnich, Alemania (Dra. Katja Radon) que estamos muy interesados en saber si las condiciones ambientales de Andacollo están asociadas con la salud de los niños. Si este es el caso, nos gustaría saber qué factores son beneficiosos para el bienestar de los niños y cuáles son perjudiciales. De ser reconocido ó demostrado algún problema de salud en los niños, el proyecto no propone tratamientos curativos. Los resultados generados por este estudio, serán publicados en revistas científicas y como informes de difusión, guardando el anonimato de los niños. Se espera que esta información pueda ser utilizada a futuro por otras instancias –distintas al equipo Caracolito– para contribuir a mejorar las condiciones ambientales y de salud de los niños y habitantes de Andacollo.

4. Diseño del proyecto. ¿Qué es lo que se realizará?

Todos los estudiantes de primero a octavo básico de la Escuela Luis Cruz Martínez y del Colegio Nuestra señora del Rosario están cordialmente invitados a ser parte de este estudio:

Fase I

- Autorización para que su hijo participe en este estudio; Usted debe firmar un consentimiento informado que está al final de este documento. Su hijo debe firmar el asentimiento informado.
- Si usted está de acuerdo, puede completar el cuestionario de salud de su hijo (documento adjunto).

Fase II

- Medición de peso y talla de su hijo (*IMC*)
- Examen neuromotor (*Prueba que mide las" habilidades neuromotoras"*)
- Muestra de orina (*para examinar los niveles de mercurio*)

Fase III

Invitaremos los alumnos de una de las dos escuelas para la intervención. Con ellos realizaremos:

- Ejercicios de fisioterapia (dos horas en la semana para seis semanas)

Fase IV

- Medición de peso y talla de su hijo (*IMC*)
- Examen neuromotor (*Prueba que mide las" habilidades neuromotoras"*)

5. Procedimiento -¿Cómo será recolectada la información?

A través de los documentos que su hijo le ha llevado, que incluyen:

1. La carta de consentimiento (al final este documento) que autoriza la participación de su hijo en el estudio
2. Un cuestionario que nos permitirá conocer la exposición de su hijo al mercurio

Es importante que usted y su hijo firmen la carta de consentimiento y usted complete el cuestionario de salud de su hijo y lo devuelva al colegio lo más pronto posible con plazo final que será explicado en la escuela. Los documentos serán recolectados en el colegio por el equipo del estudio. La copia firmada de la carta de consentimiento será archivada por los encargados del estudio y la otra puede ser guardada por los padres.

Si usted acepta y es seleccionado para la segunda y la cuarta fase del proyecto, se les citará para hacer el examen neuromuscular, para el primero examen un día en septiembre y para el segundo examen un día en diciembre. El tiempo aproximado de duración del examen neuromuscular es media hora. Si usted lo autoriza se podrá filmar a su hijo durante la realización de este examen para posterior análisis en Alemania, manteniendo el anonimato de su hijo.

Las muestras de orina de los niños serán analizadas en la Universidad Católica del Norte, Coquimbo para determinar el nivel de metales pesados (mercurio).

6. Riesgos y beneficios de este proyecto ¿Cual es la ventaja de ser parte de este estudio?

No hay ningún tipo de riesgo para su hijo. Por lo tanto, ningún seguro escolar extra es necesario para el estudio.

Si usted lo desea, los resultados de los estudios, le pueden ser informados después de algunas semanas. La ventaja personal para usted y su niño será que estos estudios son gratis, y pueden ayudar a confirmar ó conocer algún problema de salud de su hijo.

El equipo Caracolito no se hace responsable por ningún tipo de tratamiento médico ó intervención en salud que sea necesaria para los problemas de salud que se puedan encontrar.

Se espera que los resultados puedan ser utilizados por otras instancias –diferentes al equipo caracolito- para mejorar las condiciones de salud y disminuir los factores de riesgo ambiental, en la comuna de Andacollo

Si usted tiene dudas, sobre los riesgos para su hijo ó derechos y beneficios que se obtienen en este proyecto, puede contactar directamente a la Unidad de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica del Norte, quienes han aprobado la realización de este proyecto y cuyos datos de Contacto son:

Dr. Guillermo Valdebenito

Director de la Unidad de Bioética

Facultad de Medicina

Universidad Católica del Norte

Larrondo 1281, Guayacán, Coquimbo

Fono: 209817,

E-mail: gvaldebe@ucn.cl

7. Confidencialidad- ¿Que pasará con los datos y resultados de mi hijo?

Usted siempre tiene la opción de pedir los resultados de su hijo al equipo del estudio. SOLO usted puede hacer esto! Los datos personales de su hijo serán tratados con confidencialidad y no serán entregados a nadie más que a usted.

Todos los datos serán manejados confidencialmente y analizados sin referencias personales (**seudónimos**) para propósitos científicos. Los datos obtendrán un número al azar. El código para la identificación será almacenado en la Universidad Católica del Norte, Coquimbo (Dr. Daniel Moraga). De esta manera, todos los datos son protegidos de **maltrato**.

Las pruebas de orina de los niños seleccionados serán analizadas en el Instituto de Fisiología de la UCN (Dr. Daniel Moraga) y luego de esto serán destruidos. Los cuestionarios serán guardados en la Universidad Católica del Norte en Coquimbo (Dr. Daniel Moraga) por cinco años.

Usted siempre puede contactar al Dr. Daniel Moraga para solicitar la información sobre los datos de su hijo ó para borrar esta misma.

En caso de que los datos del estudio sean publicados, la confidencialidad de los datos personales será garantizada. **Ya que los datos serán solo códigos.**

8. Participación Voluntaria-¿Yo o mi hijo TENEMOS que participar en este estudio?

La participación en este estudio es **voluntaria**. Sin embargo, mientras más niños formen parte de este proyecto, los resultados serán más significativos. Por lo tanto, estaremos encantados con la mayor cantidad de niños que puedan participar.

9. Clausula de participación - ¿Puedo retirar mi participación?

Sí, Usted o su hijo pueden retirar su participación sin dar ninguna razón. Solo debe contactar al Dr. Daniel Moraga. Usted encontrara su información de contacto en la primera hoja de este documento.

Declaración de Consentimiento Informado para los Padres

CI N° _____

Nombre del niño/a _____

Apellido _____

Dirección _____

Número de teléfono _____

Con esto declaro mi consentimiento con la participación de mi niño/a en este estudio. Fui informado sobre los métodos y los riesgos de la participación. También autorizo a que estos resultados puedan ser publicados con fines de difusión en revistas científicas y como informe ante autoridades universitarias, de salud y gubernamentales siempre y cuando se mantenga la confidencialidad de los participantes. Entiendo que este estudio no ofrece tratamientos curativos en el caso que mi hijo tenga alguna enfermedad. Entiendo también que el presente proyecto no promete mejorar las condiciones ambientales y de salud de los niños y habitantes de Andacollo. Me comprometo a explicar este proyecto a mi hijo, para que pueda firmar el asentimiento informado con información válida y si así lo quiere,

Estoy conforme con la participación en las encuestas y la realización de los siguientes exámenes (clínicos) con mi niño/a:

- Prueba de orina y su análisis por la carga de mercurio Si ☐ No ☐

- Medición de talla e índice de masa corporal Si ☐ No ☐
- Examen Neuromuscular con el niño Si ☐ No ☐
- Filmación durante la realización de este examen, manteniendo el anonimato
Si ☐ No ☐
- Participación en la intervención si el es seleccionado Si ☐ No ☐
- Queremos que ser informados sobre los resultados del estudio (voluntario)
Si ☐ No ☐
- Estamos conformes con un nuevo contacto en caso necesario
Si ☐ No ☐

(Para informaciones adicionales, el equipo del estudio tal vez querrá entrar
en contacto otra vez con los paticipantes del estudio en caso necesario)

He leído la hoja de información y he tenido suficiente tiempo para considerar esta decisión.
Estoy enterado que la participación de mi hijo/a es voluntaria y que puedo retirar mi
participación de este proyecto en cualquier momento y sin dar ninguna razón.

**He leído la hoja de información sobre la protección de datos y del consentimiento y
estoy de acuerdo con el procedimiento.**

Estoy de acuerdo de que por la ausencia de riesgo de esta investigación no es necesario
ningún seguro escolar extra. Todas mis preguntas sobre el estudio fueron contestadas. He
recibido una copia de la hoja de información y de la declaración de consentimiento
informado.

Andacollo

Lugar Fecha Firma del Padre ó Apoderado

Declaración de Asentimiento Informado para los Niños

Si, mis padres ó apoderados me han explicado el proyecto Caracolito y yo estoy de acuerdo en participar

Estoy de acuerdo que se realice conmigo:

- Medir mi talla y peso (dos veces) Si ☐ No ☐
- Analizar el nivel de mercurio en mi muestra de orina Si ☐ No ☐
- un examen de mis movimientos y mi agilidad (dos veces) Si ☐ No ☐
- poder filmar este examen Si ☐ No ☐
- si estoy seleccionado quiero participar en la intervencion Si ☐ No ☐

Firma del Niño/a

9.2 Fragebogen

9.2.1 Fragebogen mit Anschreiben, spanisch

Universidad Católica del Norte **CARACOLITO** - Cargas ambientales y bienestar de los Niños de Andacollo

Prof. Dr. Daniel Moraga

Prof. Dr. Daniel Moraga

Tel: 51-209825

Unidad de Fisiología, Departamento de Ciencias Biomédicas
Facultad de Medicina, Universidad Católica del Norte
Larrondo 1281, Guayacán, P.O. Box 117 Coquimbo, Chile
Tel: 51-209825; Fax: 51-209853

E-Mail: moraga@ucn.cl

Prof. Dr. Katja Radon

Unidad de Epidemiología Ocupacional y Ambiental & Net Teaching

Instituto y Policlínica de Salud Ocupacional, Social y Medio Ambiental

Centro Clínico de la Universidad de Munich

Tel: +49-89-5160-2485; Fax: +49-89-5160-4954

E-Mail: Katja.Radon@med.1mu.de



Estimados Padres,

El equipo del proyecto Caracolito les saluda y los **invita a llenar el siguiente cuestionario**.

Les solicitamos leer cada pregunta atentamente y responderlas lo más exacto posible.

Completar este cuestionario requiere **más o menos 10 minutos**. Una vez completado, devuélvalo al colegio por medio de su hijo/a – lo cual será pedido en la escuela.

La fecha final para recibir los cuestionarios y las cartas de consentimiento informado firmadas es el siguiente **lunes el xx de Agosto 2010**.

Instrucciones:

En este cuestionario las palabras "su niño/a" o "hijo/a" se refiere al niño/a que ha traído el cuestionario del colegio a casa. Por favor, responda a las preguntas marcando el recuadro con una cruz o escribiendo en los espacios que se proporcionan.

Ejemplo: 10 años

Si Ud no entiende una de las palabras técnicas en una de las preguntas, por favor contesta con "No" (no se preocupe con palabras medicas que no conozca. Si Ud o su hijo/a no tienen ó jamás tuvieron esta enfermedad, no es necesario conocer la palabra.)

Si usted tiene mas preguntas favor de contactarnos.

¡Muchas gracias por su colaboración!

Su equipo Caracolito

Número correlativo _____

Fecha encuesta _____/_____/_____

Características demográficas y datos de su hijo/a

1. Su hijo/a es: Niño ☐ Niña ☐

2. ¿Fecha de nacimiento? _____/_____

Mes Año

3. ¿Cuántos años lleva viviendo el niño/a en Andacollo? _____/_____

Años

Meses

Preguntas sobre la ocupación de los padres

4. La madre trabaja: Si ☐ No ☐ (si es no, pase a la N° 8)

5. Si la madre trabaja, señale actividad y lugar _____

6. ¿Por cuánto tiempo está trabajando en este puesto? _____ años

7. ¿La madre del niño/a tuvo contacto con mercurio (azogue) durante el embarazo? (ejemplo de un posible contacto con mercurio: vive donde se quema mercurio, manipula mercurio, ó algún miembro de la familia trabajó como pirquinero)

Si ☐ No ☐

8. El padre trabaja: Si ☐ No ☐ (si es no, pase a la N° 11)

9. Si la respuesta es si, ¿trabaja como uno de los siguientes?:

a) Minero de Dayton ☐

b) Minero de Carmen ☐

c) Pirquinero ☐

d) Otro ☐

10. Si su respuesta es otro, señale actividad y lugar

11. ¿Cuál es o era su último puesto de trabajo? _____

12. ¿Por cuánto tiempo está trabajando en este puesto? _____ años

13. ¿Alguna (otra) persona trabaja/trabajó con mercurio (azogue) dentro de la casa del niño/a?

a) Si, el padre ☐

b) Si, otra persona ☐

c) No, ninguna persona ☐

14. Si trabaja con mercurio (azogue), ¿por cuánto tiempo? _____ años

15. ¿Alguna persona del grupo familiar fuma en su casa en la presencia del niño/a?

Si ☐ No ☐ (si es no, pase a la N° 32)

Preguntas sobre las actividades de su hijo/a

16. ¿Cuando no está en la escuela, dónde juega su hijo/a con mayor frecuencia?

a) Dentro de casa ☐ b) En el patio de la casa ☐

c) En el jardín ☐ d) En la calle ☐

e) En la plaza ☐ f) Otro ☐

17. ¿Cuántas veces por mes su hijo/a come habitualmente pescado?

a) 0 a 1 vez por mes ☐ b) 1 a 4 veces por mes ☐ c) 4 o más veces por mes ☐

9.2.2 Fragebogen, deutsch

Nummer	Frage	Ausprägung			
1	Geschlecht des Kindes	männlich		weiblich	
2	Geburtsdatum des Kindes	Monate		Jahre	
3	Jahre die das Kind in Andacollo lebt	Monate		Jahre	
4	Arbeitet die Mutter	ja		nein	
5	Arbeit der Mutter	Beruf		Ort	
6	Wie lange arbeitet die Mutter schon an diesem Arbeitsplatz	Jahre			
7	Kontakt mit Hg während der Schwangerschaft	ja		nein	
8	Arbeitet der Vater	ja		nein	
9	Arbeit des Vaters 1	Mine Dayton	Mine Carmen	Pirquinero	Anderes
10	Arbeit des Vaters 2	Beruf		Ort	
11	Letzte Arbeitsstelle des Vaters	Beruf		Ort	
12	Wie lange arbeitete er an diesem Arbeitsplatz	Jahre			
13	Arbeitet jemand im Haus mit Hg	Vater	Andere Person	niemand	
14	Wie lang wurde mit Hg gearbeitet	Jahre			
15	Wird in Anwesenheit des Kindes im Haus geraucht	ja		nein	
16	Wo spielt das Kind am meisten	Haus	Hof	Garten	
		Straße	Platz	woanders	
17	Wie oft isst das Kind im Monat Fisch	0-1	1-4	>4	

Tabelle 9-9-1 Fragebogen: deutsche Übersetzung

9.3 Züricher Neuromotorik

9.3.1 Durchführung

Es folgt eine detaillierte Beschreibung der Übungen, in der Reihenfolge, in der sie in dieser Studie durchgeführt wurden. Die Übungen wurden jeweils erklärt und vorgemacht, danach durfte das Kind einmal üben. Motiviert wurden die Kinder nur vor dem eigentlichen Durchlauf. Alle Aufgaben wurden zuerst mit der dominanten Extremität durchgeführt, danach mit der anderen.

Steckbrettübung

Die Übung wird am Tisch, höhenadaptiert sitzend, durchgeführt. In der Altersgruppe der bis 10,5 jährigen werden pilzförmige Stecker verwendet. Die älteren Kinder dagegen bekommen Messingstifte. Während eine Hand auf dem Tisch ruht, sollen mit der anderen die 12 Stecker bzw. Stifte so rasch wie möglich in das Steckbrett eingesteckt bzw. umgedreht werden. Es erfolgt die Messung der Zeit von der Berührung des ersten Steckers bis zum Loslassen des letzten Steckers. Jede Hand wird zweimal gemessen.

Repetitives Fußklopfen

Ohne die Fersen zu heben, wird im Sitzen mit dem Fuß so schnell wie möglich aus dem Sprunggelenk heraus auf den Boden geklopft. 20 Klopfbewegungen werden registriert und die Dauer bestimmt.

Alternierendes Zehen-Hacken-Klopfen

Ebenfalls im Sitzen wird mit einem Fuß so schnell wie möglich abwechselnd mit Zehen und Ferse auf den Boden geklopft. Durchführung von 10 Bewegungssequenzen und Registrierung der Dauer.

Repetitives Handklopfen

Die eine Hand klopft aus dem Handgelenk heraus so schnell wie möglich auf den Oberschenkel, wobei die Volarseite des Handgelenks immer auf dem Oberschenkel liegen bleibt. Durchführung von 20 Bewegungseinheiten und Registrierung der Dauer im Sitzen.

Alternierende Pronation und Supination des Unterarmes

Ebenfalls im Sitzen soll hierbei in möglichst rascher Abfolge jeweils einseitig der Unterarm proniert und supiniert werden, so dass ein hörbares Klatschen auf dem Oberschenkel entsteht. Durchführung von 10 Bewegungssequenzen und Registrierung der Dauer.

Repetitive Fingerbewegungen

Im Sitzen werden beide Arme seitlich angehoben und im Schulter- sowie Ellbogengelenk um 90° abgewinkelt. Mit der einen Hand sollen dann so rasch wie möglich Oppositionsbewegungen zwischen Daumen und Zeigefinger durchgeführt werden. Durchführung von 20 Bewegungseinheiten und Registrierung der Dauer.

Sequentielle Fingerbewegungen

Grundstellung der Arme wie bei den repetitiven Fingerbewegungen. Der Daumen der einen Hand berührt dann so schnell wie möglich die Fingerkuppe des Zeige-, Mittel- Ring- und Kleinfingers (Handbewegung ähnlich dem Klavierspielen). Es soll dabei deutlich opponiert und nicht nur über die Fingerkuppen gewischt werden. Jede weitere Sequenz beginnt wieder mit dem Zeigefinger. Durchführung von drei Bewegungssequenzen bei Kindern bis 6,5 Jahren, bei den Älteren Durchführung von fünf Sequenzen und Registrierung der Dauer.

Diadochokinese

Das Kind steht, die Arme hängen locker seitlich des Körpers, ein Arm wird im Ellbogengelenk rechtwinklig nach vorne gebeugt. Mit dem gebeugten Unterarm sollen so schnell wie möglich Supinations- und Pronationsbewegungen ausgeführt werden (vgl. Glühbirnen einschrauben). Hierbei werden nur die Qualität von zehn schnellen Drehbewegungen sowie die kontralateralen Mitbewegungen bewertet.

Statische Balance

Das Kind soll beim Einbeinstand einen Stab mit gestreckten Armen über seinem Kopf halten. Es erfolgt die Messung der Dauer des längsten Einbeinstandes (maximal 4 Versuche), ohne Bewegung des Standfußes, vom Anheben des Fußes bis zum erneuten Berühren des Bodens. Maximal gemessene Dauer 60 Sekunden. Minimal geltende Zeit 20 Sekunden, Zeiten darunter werden als Fehlversuch interpretiert. Kinder unter 6,5 Jahre brauchen keinen Stab, Kinder über 10,5 Jahre müssen zusätzlich die Augen schließen.

Dynamische Balance

Kinder in der Altersgruppe ab 6,5 Jahren hüpfen zunächst mit geschlossenen Beinen über ein vier Meter langes und auf 20 cm Höhe angebrachtes Gummiseil seitwärts hin und her. Gemessen wird die Zeit von 15 Sprüngen vom ersten Absprung bis zur letzten Landung. Anschließend hüpfte das Kind mit geschlossenen Beinen in sechs Zickzack-Sprüngen über das Seil vom einen bis zum anderen Ende. Am Ende soll es an Ort und Stelle drehen und in wiederum sechs Sprüngen zurück hüpfen. Messung der Zeit von drei Seillängen vom ersten Absprung bis zur letzten Landung. Für Kinder unter 6,5 Jahre wird das Seil auf den Boden

gelegt und sie springen mit geschlossenen Beinen zwischen den Seilen vorwärts, jeweils Hin und Rückweg und 5 Doppelsprünge vorwärts über die beiden Seile.

Stressgaits

Das Kind soll bei diesem Test über eine Distanz von vier Metern jeweils auf den Zehen, auf den Fersen, auf der Außenseite der Füße mit Knien in Varusstellung und auf der Innenseite mit Knien in Valgusstellung einmal hin- und hergehen. Bewertet wird die Ausprägung der Mitbewegungen (Mimik, Kopf- und Oberkörperhaltung und Armbewegung).

9.3.2 Validierung der ZNM Ergebnisse

Verglichen wurden die ZNM-Ergebnisse der Teilnehmer, die an der CARACOLITO I und II Studie teilgenommen haben. Bei allen Komponenten ergab sich eine statistisch signifikante ($p < 0,0001$) Korrelation.

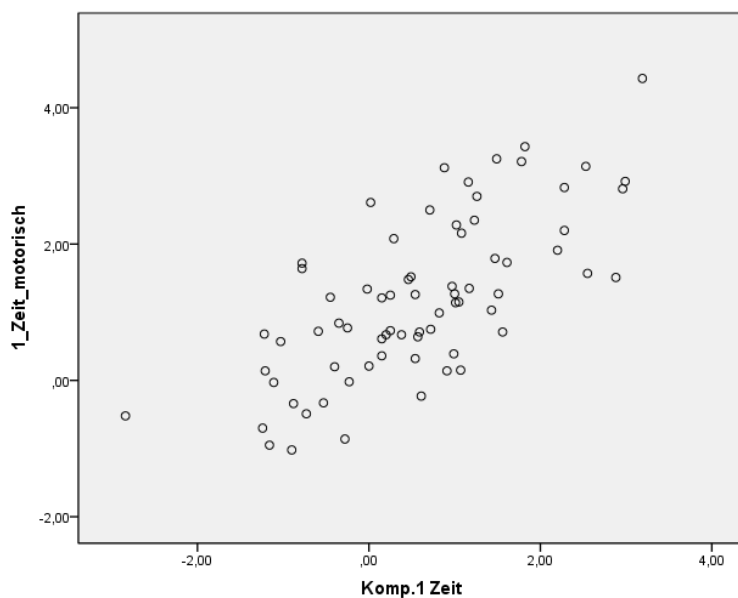


Abbildung 9-1 Korrelation der ZNM-Ergebnisse 2009 und 2010 für Komponente 1 = Gesamtmotorik

Ordinate: Ergebnisse der 1. Untersuchung (2009), Abszisse: Ergebnisse der 2. Untersuchung (2010); N=72.

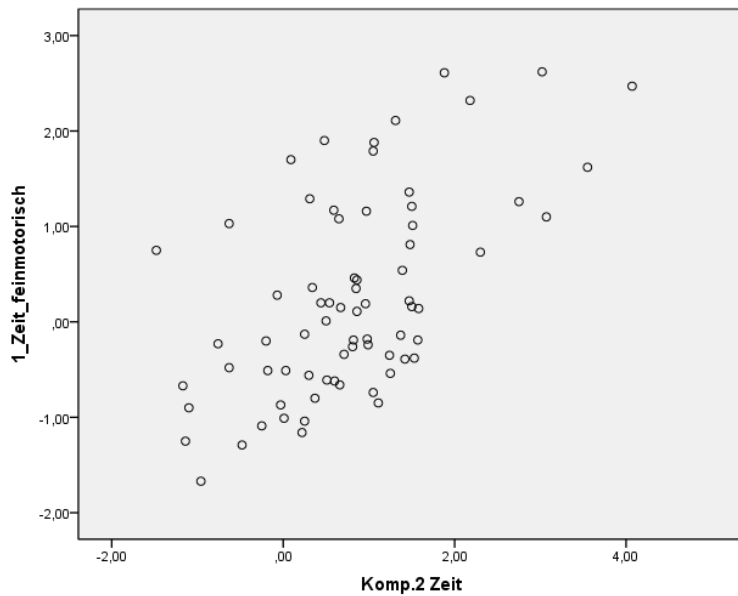


Abbildung 9-2 Korrelation der ZNM-Ergebnisse 2009 und 2010 für Komponente 2 = Feinmotorik

Ordinate: Ergebnisse der 1. Untersuchung (2009), Abszisse: Ergebnisse der 2. Untersuchung (2010); N=72.

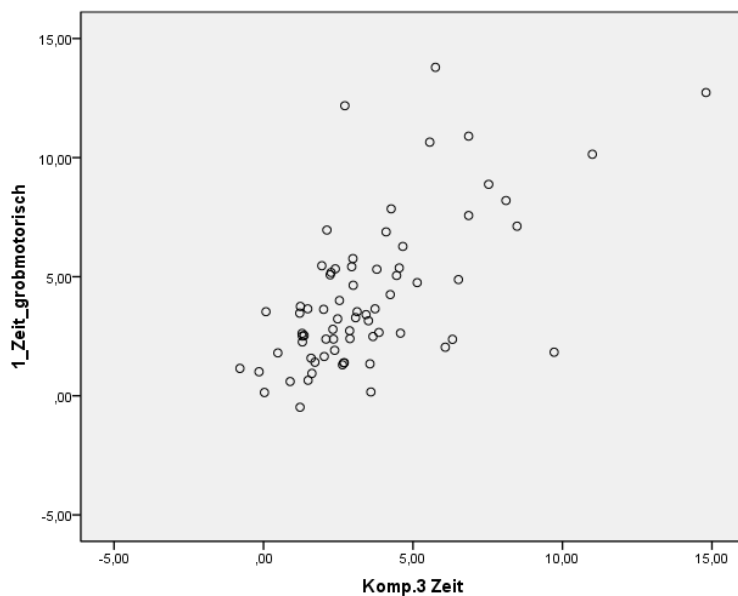


Abbildung 9-3 Korrelation der ZNM-Ergebnisse 2009 und 2010 für Komponente 3 = Grobmotorik

Ordinate: Ergebnisse der 1. Untersuchung (2009), Abszisse: Ergebnisse der 2. Untersuchung (2010); N=71.

9.4 Intervention

9.4.1 Protokoll der einzelnen Sportstunden

Gruppe 1 = Jahrgangsstufe 1 und 2

Gruppe 2 = Jahrgangsstufe 3 bis 5

Gruppe 3 = Jahrgangsstufe 6 bis 8

Woche 1:

12.10.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Über-Kopf klatschen.

Parcours: Einbeinig über Matten hüpfen, auf Seil am Boden balancieren, Ball um Hütchen rollen.

Kommentar: 1. Klasse musste um 13:20 zum Mittagessen, daher war die Stunde nach dem Parcours beendet.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen.

Parcours: Einbeinig über Matten hüpfen, auf Seil am Boden balancieren, Ball um Hütchen rollen; Sitzspiel: Klatschnachrichten weitergeben (im Kreis, Beine auseinander).

Teamspiel: Ball weitergeben: über Kopf, links/rechts, oben/unten.

Kommentar: Sehr viele Teilnehmer, haben gut mitgemacht; Zuschauer haben gestört.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen.

Parcours: Einbeinig über Matten hüpfen, auf Seil am Boden balancieren, Ball um Hütchen rollen.

Teamspiel: Ball weitergeben: über Kopf, links/rechts, oben/unten.

Kommentar: Besonders die Ältesten waren unmotiviert, kein Sitzspiel möglich.

14.10.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen, groß und klein machen.

Parcours: Zickzack über Linie hüpfen, auf Linie rückwärts balancieren, Ball um Hütchen rollen .

Teamspiel: Klatschnachrichten weitergeben (im Kreis, Beine auseinander). Ball weitergeben: Über Kopf, links/rechts, oben/unten.

Kommentar: Alle haben gut mitgemacht.

2. Gruppe:

Kommentar: Freier Nachmittag wegen Lehrertag. Stunde wurde am 23.11. nachgeholt.

3. Gruppe:

Kommentar: Freier Nachmittag wegen Lehrertag. Stunde wurde am 23.11. nachgeholt.

Woche 2:

19.10.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: auf der Stelle, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen, groß und klein machen.

Parcours: Zickzack über Linie hüpfen, auf Linie rückwärts balancieren, Ball um Hütchen rollen, Mattenhüpfen, wechselnd, einbeinig; Sitzspiel: Klatschnachrichten weitergeben (im Kreis, Beine auseinander).

Kommentar: Einige wollten beim Sitzspiel nicht mitmachen.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen, groß machen, klein machen.

Parcours: Zickzack über Linie hüpfen, auf Linie rückwärts balancieren, Ball um Hütchen rollen.

Teamspiel: Eis/Eierbecher Slalomlauf; Sitzspiel: im Kreis aufeinander Hinsetzspiel.

Kommentar: 4. Klasse fehlte wegen Prüfungen, Hinsetzspiel hat nicht funktioniert, ansonsten haben alle gut mitgemacht.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen, groß machen, klein machen.

Parcours: Zickzack über Linie hüpfen, auf Linie rückwärts balancieren, Ball um Hütchen rollen.

Teamspiel: Eis/Eierbecher Slalomlauf; Ball hin und her passen.

Kommentar: 8b hat gefehlt, da sie früher nach Hause gelassen worden sind, ansonsten haben alle gut mitgemacht.

21.10.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen, groß und klein machen.

Parcours: Zickzack über Linie hüpfen, auf Linie rückwärts balancieren, Ball um Hütchen rollen; Mattentrippeln.

Teamspiel: Eis/Eierbecher Slalomlauf.

Kommentar: Schlecht kontrollierbar, spielen mit Hütchen und Bällen wenn sie nicht sollen.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen, groß und klein machen.

Parcours: Zickzack über Linie hüpfen, auf Linie rückwärts balancieren, Ball um Hütchen rollen.

Teamspiel: Eis/Eierbecher Slalomlauf; Ball hin und her passen.

Kommentar: Gute Mitarbeit.

3. Gruppe:

Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen, Ball in Pärchen balancieren.

Kommentar: Waren fast alle zuhause bis auf ein paar aus der 6 und 8b.

Woche 3:

26.10.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen.

Parcours: Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen.

Kommentar: Es war sehr kalt. Der Ablauf verzögerte sich öfters.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen.

Parcours: Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen.

Teamspiel: Im Einbeinstand Ball hin und her passen.

Kommentar: Haben gut mitgemacht, aber es gab einige Verletzte.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Einbeinstand, Hampelmann, Armekreisen.

Parcours: Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen.

Teamspiel: Im Einbeinstand Ball hin und her passen; Eis/Eierbecher Slalomlauf.

Kommentar: Viele nicht motivierbar, eine zurückgetreten; schlechte Stimmung.

28.10.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen.

Teamspiel: Ball weiter geben; Eis/Eierbecher Slalomlauf.

Kommentar: Wir waren auf dem kleinen Platz, weil die 4. Klasse den großen hatte.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen.

Teamspiel: Ball weiter geben.

Kommentar: Teilnehmer waren wegen Handarbeitsunterricht überall verteilt- das Suchen kostete Zeit, ein paar wollten aus der Intervention austreten.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Slalomspiel: Balldribbeln, Hütchenhüpfen.

Teamspiel: Ball weiter geben.

Kommentar: Schon um 11:00 angefangen, viele Teilnehmer dabei.

Woche 4:

2.11.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Balldribbeln um Hütchen, in Ringe hüpfen, Purzelbaum und Krebsgang auf Matten.

Teamspiel: Im Kreis Ball in Hütchen weiter geben.

Kommentar: Waren kurzangebunden, wollten lieber auf der Treppe spielen. Manche können keinen Purzelbaum. Sehr unkoordiniert beim Teamspiel.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Balldribbeln um Hütchen, in Ringe hüpfen, Purzelbaum und Krebsgang auf Matten.

Teamspiel: Im Kreis Ball in Hütchen weiter geben.

Kommentar: Ein paar Kinder haben sich den Kopf angehauen, viele haben sich vorgedrängelt. Teamspiel sehr unkoordiniert.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Balldribbeln um Hütchen, in Ringe hüpfen, Purzelbaum und Krebsgang auf Matten.

Teamspiel: Im Kreis Ball in Hütchen weiter geben.

Kommentar: 14:30: 8a ist gekommen um zu gehen. Teamspiel sehr gut- wegen kleiner Anzahl.

4.11.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Übungen auf einem Bein im Kreis.

Parcours: Balldribbeln um Hütchen, auf der Linie hüpfen, Slalom in Hocke laufen.

Teamspiel: Im Kreis Ball in Hütchen weiter geben.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein

Kommentar: Androhung sie beim nächsten Stören in die Klasse zurück zu schicken zieht. Gute Mitarbeit.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Trillerspiel: rennen, hüpfen, Hampelmann, Armekreisen.

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Balldribbeln um Hütchen, auf der Linie hüpfen, Slalom in Hocke laufen.

Teamspiel: Im Kreis Ball in Hütchen weiter geben.

Kommentar: Gute Mitarbeit.

3. Gruppe:

Balance: Im Kreis Übungen auf einem Bein.

Parcours: Balldribbeln um Hütchen, auf der Linie hüpfen, Slalom in Hocke laufen.

Teamspiel: Im Kreis Ball in Hütchen weiter geben.

Kommentar: 14:30 8a haben wieder gefehlt.

Woche 5:

9.11.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Rennen im Kreis, Arme kreisen, hüpfen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück bewegen.

Parcours: Hüpfen über Hindernisse (Hütchen), heben der Kinder über das letzte Hindernis, Ball dribbeln abwechselnd links und rechts im Slalom.

Teamspiel: Bälle hin und her passen in zwei Teams.

Kommentar: Heben der Kinder über letztes Hindernis machte ihnen Freude.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Quemado (Völkerball).

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen.

Parcours: Über Hütchen hüpfen und Ball dribbeln im Slalom abwechselnd mit li und re Hand, auf Linie balancieren.

Teamspiel: Quemado.

Kommentar: Seit neuestem: Eltern schreiben Entschuldigungen (oder doch die Kinder selber?), Platz im Schatten von Viertklässlern (Handarbeitsunterricht) besetzt, wer nicht Quemado spielen wollte, bekam extra Unterricht: Ball werfen und fangen, dabei auf einem Bein stehen.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Rennen im Kreis, Hampelmann.

Parcours: Über Hütchen hüpfen und Ball dribbeln im Slalom abwechselnd mit li und re Hand.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe.

Teamspiel: Chaos, leider nicht durchführbar, deshalb noch mal Balance-Übung.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe.

Kommentar: Wenig Teilnehmer, außer ein paar Mädchen alle sehr unmotiviert.

11.11.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Rennen im Kreis, Hampelmann, hüpfen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen.

Parcours: Über Hütchen hüpfen, Ball auf der Hand im Slalom balancieren.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen.

Teamspiel: Hüpfen mit Hütchen zwischen die Füße geklemmt (vgl. Sackhüpfen).

Kommentar: Heute unauffällig.

2. Gruppe:

Wurden früher heimgeschickt wegen Lehrerversammlung, nachgeholt am 17.11.10.
Die 5. Klasse fehlte leider auch an diesem Datum.

Aufwärmen: Rennen im Kreis, Hampelmann, hüpfen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein stehen und zwischen Zehenspitzen und Ferse hin- und herrollen.

Parcours: Bälle im Einbeinstand über Seil passen, hüpfen über Seil (20 cm Höhe, seitwärts vorwärts und rückwärts).

Teamspiel: Quemado-Versuch gescheitert, extra-Training mit Ball passen auf einem Bein.

Kommentar: Es war schwer für Ordnung zu sorgen, Teams bilden war eine Herausforderung.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Limbo mit gespanntem Seil (Mädchen), Springen über immer höheres Seil (Jungs).

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein stehen und zwischen Zehenspitzen und Ferse hin- und herrollen.

Parcours: Hüpfen über Seil (20 cm Höhe, seitwärts vorwärts und rückwärts).

Teamspiel: Bälle im Einbeinstand über Seil passen.

Kommentar: Wenig Teilnehmer.

Woche 6:

16.11.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Rennen im Kreis, Hampelmann, hüpfen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, Versuch, auf einem Bein auf die Zehenspitzen zu stellen.

Parcours: Ball dribbeln im Slalom um Hütchen, abwechselnd mit li und re Hand, im Zickzack über Seil hüpfen.

Teamspiel: Hüpfen mit einem Hütchen zwischen den Beinen.

Kommentar: 75% haben nur wenig mitgemacht.

2. Gruppe:

Aufwärmen: Wettlauf zwischen zwei Linien hin und her.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Ball im Slalom um Hütchen dribbeln, abwechselnd mit li und re Hand, im Zickzack über Seil hüpfen.

Teamspiel: Hüpfen mit Hütchen (zwischen die Beine geklemmt); Quemado.

Kommentar: Gute Mitarbeit.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Im Kreis laufen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Im Zickzack über Seil gehüpft, vorwärts, rückwärts, seitwärts, Seilhöhe nach und nach auf 40 cm erhöht.

Teamspiel: Bälle auf einem Bein übers Seil passen.

Kommentar: 8b komplett nicht erschienen (auch keine Unterstützung seitens der Lehrerin), sehr mageres Programm.

18.11.10:

1. Gruppe:

Aufwärmen: Im Kreis laufen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Im Zickzack über Seil gehüpft, vorwärts, rückwärts, seitwärts.

Teamspiel: Bälle auf einem Bein übers Seil passen.

Kommentar: Fotosession.

2. Gruppe:

Aufwärmen: zwischen Linien rennen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Im Zickzack über Seil hüpfen, vorwärts, rückwärts, seitwärts, Bälle auf einem Bein übers Seil passen, Hütchen hüpfen.

Teamspiel: Länderball.

Kommentar: Gute Mitarbeit.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Im Kreis laufen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Im Zickzack über Seil gehüpft, vorwärts, rückwärts, seitwärts, Limbo.

Teamspiel: Bälle auf einem Bein übers Seil passen.

Kommentar: Wenige Teilnehmer.

Wiederholungsstunde 23.11.2010:

2. Gruppe:

Aufwärmen: zwischen Linien rennen

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Im Zickzack über Seil hüpfen, vorwärts, rückwärts, seitwärts.

Teamspiel: Bälle auf einem Bein übers Seil passen.

Kommentar: 5. Klasse schreiben Probe; Fotos gemacht, alle waren sehr abgelenkt.

3. Gruppe:

Aufwärmen: Im Kreis laufen.

Balance: Stehen auf einem Bein, dabei Füße vor und zurück und zur Seite bewegen, Arme in die Höhe und Arme ausgestreckt an der Seite kreisen, auf einem Bein auf die Zehenspitzen und Fersen stellen, auf einem Bein Hand zur Fußspitze führen.

Parcours: Im Zickzack über Seil hüpfen, vorwärts, rückwärts, seitwärts.

Teamspiel: Bälle auf einem Bein übers Seil passen.

Kommentar: 6. Klasse schreibt Prüfung, 8. Klasse ist verschwunden.

9.4.2 Anwesenheitsverteilung

Wie viele Kinder bei der jeweiligen Unterrichtsstunde teilgenommen haben, geht aus folgender Tabelle 9-9-2 hervor.

Anwesenheitstage	n bei N=75	Gültige %
1	3	4,0
2	2	2,7
3	1	1,3
4	4	5,3
5	4	5,3
6	1	1,3
7	7	9,3
8	3	4,0
9	18	24,0
10	12	16,0
11	8	10,7
12	12	16,0

Tabelle 9-9-2 Verteilung der Anwesenheitstage

9.5 Vergleich der Kontroll- und Interventionskollektive

9.5.1 Vergleich von Kontroll- und Gesamt-Interventionskollektiv

		Kontrolle			Intervention			p _{Chi²}
		N	n	%	N	n	%	
Alter: MW; SD		74	10,5	2,5	75	9,95	2,6	0,208 ¹
Geschlecht	männlich	74	45	60,8	75	32	42,7	0,027
Händigkeit	Rechts	74	69	93,2	75	70	93,3	0,982
Fischkonsum	> 4 x / Monat	73	13	17,8	74	15	20,3	0,898
	1-4 x / Monat		35	47,9		33	44,6	
	0-1 x / Monat		25	34,2		26	35,1	
Rauchen im Haus		68	17	25	67	11	16,4	0,219

Tabelle 9-9-3 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich demographischer Daten, Händigkeit, Fischkonsum und Passivrauchexposition im häuslichen Umfeld

		Kontrolle			Intervention			p _{Chi²}
		N	n	%	N	n	%	
Mutter	nicht berufstätig	66	45	68,2	67	42	62,7	0,601
	niederer Beruf		12	18,2		17	25,4	
	höherer Beruf		9	13,6		8	11,9	
Vater	nicht berufstätig	63	6	9,5	65	6	9,2	0,813
	niederer Beruf		20	31,7		21	32,3	

¹ Mann-Whitney-U-Test

	Minenarbeiter		19	30,2		21	32,3	
	Pirquinero		14	22,2		10	15,4	
	höherer Beruf		4	6,3		7	10,8	
Hg im Haushalt	nein	65	46	70,8	65	44	67,7	0,614
	Nur der Vater		12	18,5		9	13,8	
	Nur andere Person		6	9,2		10	15,4	
	Vater und andere Person		1	1,5		2	3,1	
	MW der Jahre, SD	14	15,2	10,4	16	13,6	11,4	0,477 ¹
In Jahre Andacollo; MW, SD		69	9,1	3,5	71	9,5	2,7	0,693 ¹
Kontakt mit Hg in der Schwangerschaft		47	22	46,8	49	26	53,1	0,540
Das Kind spielt am liebsten:	Im Haus	73	33	45,2	75	39	52	0,408
	Im Hof		19	26		31	41,3	0,049
	Im Garten		6	8,2		2	2,7	0,135
	Auf der Straße		12	16,4		4	5,3	0,030
	Auf der Plaza		7	9,6		4	5,3	0,324
	Woanders		3	4,1		2	2,7	0,627

Tabelle 9-9-4 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe hinsichtlich der Berufe der Eltern und der häuslichen Quecksilberbelastung

		Kontrolle			Intervention			p_{Chi^2}
		N	n	%	N	n	%	
Gewicht	Unter-	74	3	4,1	75	0	0	0,001
	Normal-		44	59,5		24	32	
	Über-		14	18,9		25	33,3	
	Adipositas		13	17,6		26	34,7	
BMI; MW, SD			19,6	3,4		21,5	3,8	0,001¹

Tabelle 9-9-5 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe bzgl. des Body-Mass-Index

(* Einteilung nach (68))

9.5.2 Vergleich von Kontroll- und Interventionskollektiv mit Anwesenheit bei >50 % der Interventionsstunden

	Kontrolle			Intervention A >50%			p^1
	N	MW	SD	N	MW	SD	
BMI	74	19,6	3,4	61	21,2	3,5	0,007
Alter	74	10,5	2,5	61	9,4	2,3	0,009
Jahre in Andacollo	69	9,1	3,5	58	9,1	2,5	0,953
Jahre; Hg im Haus	14	15,2	10,4	14	14,8	11,7	0,910

Tabelle 9-6 Vergleich von Kontroll- und Interventionsgruppe A >50% für BMI, Alter, gelebte Jahre in Andacollo, Jahre von Hg im Haushalt

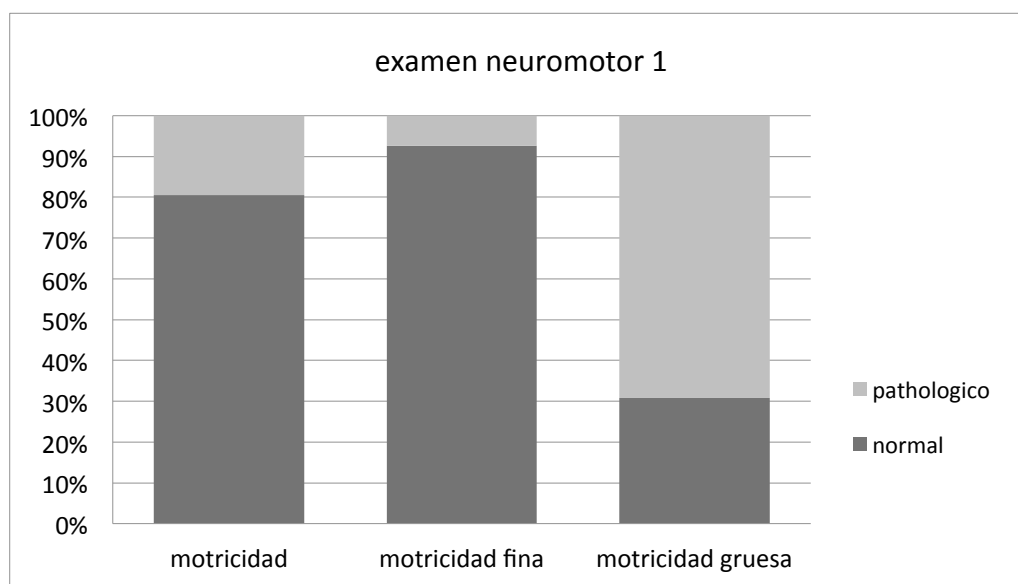
9.6 Informe: Ergebnismitteilung und Informationen zur Weiterführung der physiotherapeutischen Intervention durch Lehrer für die teilnehmenden Schulen



CARgas Ambientales y bienestar de los niños de AndaCOLlo

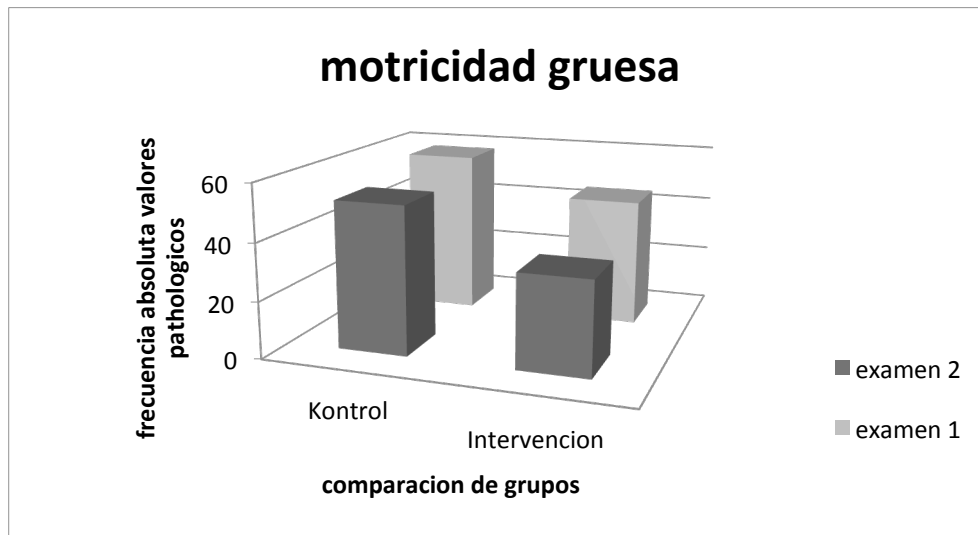
Informe sobre los resultados del proyecto Caracolito

Los resultados del test neuromotor (primer examen) mostraron un número alto de valores patológicos en la motricidad gruesa en los dos colegios.



La intervención física ha sido realizado en el colegio Nuestra Señora del Rosario. Cada niño participó dos veces por la semana en la intervención por 45 minutos. Cada hora de la intervención tenía cuatro partes. **1. Warm up:** correr por la cancha, saltar ect. **2. Balance:** ponerse en un pie, aumentar la dificultad por variar la posición, repetir cada ejercicio tres veces con cada pie. **3. Parcours:** (dos o tres ejercicios en seguida) ejercicios de correr, saltar y balancear con o sin pelotas. **4. Juegos en equipos:** también de balance o de velocidad.

El efecto de la intervención está medido por la diferencia de la mejora en el test neuromotor entre los dos grupos.



Estos resultados significan que el deporte escolar mejora la motricidad gruesa. La educación física también puede aumentar la atención que los niños pueden prestar en las clases, robustecer su autoestima y proteger de la obesidad.

Lo más importante sea motivar a todos los niños que les gusta hacer deporte frecuentemente, sobre todo a los que normalmente no sean tan motivados.

Muchas gracias por su colaboración y su ayuda en mejorar la salud de los niños de Andacollo.

10 Danksagung

An erster Stelle möchte ich meiner Doktormutter Frau Professor Katja Radon danken – für ihre Geduld, Unterstützung und die vielen Hilfestellungen sowie für den Kurs “Wissenschaftliches Arbeiten”.

Danken möchte ich auch allen Mitarbeitern des Institutes für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin des Klinikums der LMU, die die Studie mit Rat und Tat unterstützten, insbesondere auch der Koordinatorin der Ausgangsstudie, Stella Cifuentes Belmar, für die Vorarbeit auf diesem Gebiet und das Herstellen der guten Beziehung nach Andacollo sowie die vielen guten Ratschläge.

Danken möchte ich ferner meiner Mitdotorandin Amelie Grunick, ohne die diese Studie nicht möglich gewesen wäre und sicherlich nur halb so viel Freude gemacht hätte.

Des Weiteren möchte ich Herrn Dr. Caflish aus Zürich für das Auswerten der ZNM-Ergebnisse danken und der physiotherapeutischen Abteilung des Klinikums Großhadern für die Hilfe bei der Entwicklung der Intervention. An dieser Stelle danke ich ebenfalls Herrn Heinrich Ding für sport-pädagogische Ratschläge. Natürlich gebührt auch Dank unserem Supervisor in Coquimbo, Dr. Daniel Moraga. Dr. Moraga hat uns in Chile willkommen geheißen und uns direkt vor Ort unterstützt.

Auch den Schuldirektoren Andacollos und dem Lehrerkollegium bin ich für ihre engagierte Mitarbeit zu Dank verpflichtet. Die vielen Kinder sollen auch nicht unerwähnt bleiben, da sie dafür verantwortlich waren, dass das Durchführen der Studie mit Spaß und Lebensfreude verbunden war.

Zu guter Letzt danke ich Johannes und meiner liebevollen Familie, die mir in herausforderungsvollen Lebenslagen emotionalen Rückhalt und Unterstützung jeglicher Art schenken.

Eidesstattliche Versicherung

Bauer geb. Wannenwetsch, Sarah

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

Kurzzeiteffekt einer physiotherapeutischen Intervention auf die
Neuromotorik von Grundschulern einer sozial benachteiligten Gemeinde
im ländlichen Chile

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin/Doktorand

Tübingen, 13.11.17

Eidesstattliche Versicherung Stand: 31.01.2013